

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO E INGENIERA ELECTRÓNICA**

**TEMA:
DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN
CONTINUA SAN BARTOLO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

**AUTORES:
LUIS ENRIQUE ÁLVAREZ GARCÍA
KAREN STEPHANIE SUÁREZ RODRÍGUEZ**

**TUTOR:
JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ AYALA**

Quito, septiembre del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Luis Enrique Álvarez García y Karen Stephanie Suárez Rodríguez con documento de identificación N° 1718388679 y N° 1726742164, respectivamente, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN CONTINUA SAN BARTOLO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Electrónico e Ingeniera Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservarnos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Luis Enrique Álvarez García
C.I. 1718388679



Karen Stephanie Suárez Rodríguez
C.I. 1726742164

Quito, septiembre del 2018.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA EL CENTRO DE FORMACIÓN CONTINUA SAN BARTOLO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA” realizado por Luis Enrique Álvarez García y Karen Stephanie Suárez Rodríguez, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, septiembre del 2018.



Juan Carlos Domínguez Ayala

C.I: 1713195590

DEDICATORIA

A mis padres, Luis y Teresa, por todo el sacrificio realizado que me ha permitido llegar a culminar la carrera y obtener un título universitario; por ser mi mayor motivación constituyendo un pilar fundamental a lo largo de toda mi vida, y por brindarme su apoyo incondicional en los mejores y peores momentos de mi formación personal y profesional.

A mi novia y coautora de este trabajo, Karen, por el amor, esfuerzo y paciencia que permitieron sacar adelante el proyecto.

Luis Álvarez García

DEDICATORIA

Dedico el presente Trabajo de Titulación a los motores de mi vida, mis padres, Carlos y Blanca, a ellos por todo el amor que me dan, al esfuerzo que han realizado para verme cosechar éxitos, y enseñarme a valorar la vida tal cómo es. ¡Los amo!

A mis hermanas, Darlean y Brenda, que han llenado mis días de luz y alegría; gracias por ver un ejemplo en mí.

A Luis, también autor de este trabajo, por la paciencia y el amor que me tiene.

Karen Suárez Rodríguez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus bendiciones durante toda nuestra vida estudiantil y por darnos la luz de la sabiduría para culminar con éxito nuestra carrera, abriendo paso a una nueva etapa que, gracias a su guía, estamos seguros será llena de triunfos ante los nuevos desafíos que se presenten.

Es imposible no dar gracias a nuestra Universidad Politécnica Salesiana por acogernos, sintiéndola como nuestro segundo hogar; y a cada uno de los docentes, que fueron parte de nuestra formación humana y profesional, que con su conocimiento y experiencia nos guiaron para llegar a esta fase final del proceso académico; en especial al Ingeniero Juan Carlos Domínguez, en calidad de tutor por la colaboración, por el tiempo y la paciencia que mantuvo durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente a nuestros compañeros, a los amigos y a la familia, por ser una parte importante de nuestro día a día, acompañándonos en los buenos y malos momentos durante nuestra vida universitaria.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Delimitación Geográfica.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 2	5
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1 Metodología de Diseño	5
2.1.1 Metodología PPDIOO	5
2.1.2 Metodología Top-Down Network	6
2.2 Diseño de Red Cableada e Inalámbrica.....	7
2.2.1 Red de campus.....	7
2.2.2 Diseño Lógico de red cableada e inalámbrica.....	7
2.2.2.1 Arquitectura de Red	7
2.2.2.2 Topología en estrella extendida.....	8
2.2.2.3 Direccionamiento.....	8
2.2.2.4 VLAN.....	8
2.2.2.5 DHCP	8
2.2.2.6 Link Aggregation Control Protocol.....	8

2.2.2.7 Grupos WLAN	9
2.2.2.8 ESS, IBSS, BSS, SSID	9
2.2.3 Diseño Físico	9
2.2.3.1 Medios de transmisión	9
2.2.3.2 Cableado Estructurado.....	10
2.2.3.3 Componentes de la red de campus	11
2.2.3.4 Cobertura Inalámbrica	12
2.2.4 Rendimiento de la red.....	13
2.3 Análisis de Costos.....	14
2.3.1 Costo-Beneficio	14
CAPÍTULO 3.....	15
DISEÑO DE LA RED	15
3.1 Metodología.....	15
3.2 Preparación y Planificación del Proyecto.....	15
3.3 Diseño	17
3.3.1 Diseño Lógico	18
3.3.1.1 Modelo de Direccionamiento IPv4.....	19
3.3.1.2 Modelo de Direccionamiento IPv6	21
3.3.1.3 Conformación de Grupos WLAN	23
3.3.2 Diseño Físico	23
3.3.2.1 Selección de Dispositivos	24
3.3.2.2 Topología de Red Física.....	25
3.3.2.3 Diseño de Cableado Estructurado.....	28
3.3.2.4 Extensión de recorrido de cable	32
3.3.2.5 Distribución del equipo activo	34
3.3.2.6 Etiquetado.....	36
3.3.2.7 Cobertura Inalámbrica	38
CAPÍTULO 4.....	43
SIMULACIÓN DE LA RED DE CAMPUS Y ANÁLISIS DE COSTOS	43
4.1 Configuración de los Equipos.....	43
4.2 Simulación.....	47
4.2.1 Simulación de red en Software Packet Tracer	47
4.2.2 Simulación del Desempeño de la Red Wireless en Software Riverbed Modeler .	48
4.3 Análisis de Costos del Diseño.....	52
4.3.1 Inversión.....	52
4.3.2 Análisis de Ingresos.....	52

4.3.2.1 Beneficios directos e indirectos	52
4.3.2.2 Gastos Operativos	53
4.3.3 Periodo de recuperación de la inversión	53
4.3.4 Análisis de Costo-Beneficio	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Ubicación Geográfica Centro de Formación Continua	3
Figura 1. 2 Vista frontal Centro de Formación Continua	3
Figura 2. 1 Distribución de los canales por Frecuencia	12
Figura 3. 1 Relación de Metodologías	15
Figura 3. 2 Corredor principal planta baja	16
Figura 3. 3 Auditorio.....	16
Figura 3. 4 Topología Lógica IPv4/IPv6 - Centro de Formación Continua.....	18
Figura 3. 5 Conformación de Grupos de Puntos de Acceso	23
Figura 3. 6 Topología Física Planta Baja	26
Figura 3. 7 Topología Física Planta Alta	26
Figura 3. 8 Topología Física TESPA	27
Figura 3. 9 Topología Física Auditorio-Cafetería.....	27
Figura 3. 10 Distribución de cableado horizontal del establecimiento	28
Figura 3. 11 Diseño de cableado estructurado de la Planta Baja	30
Figura 3. 12 Diseño de cableado estructurado de la Planta Alta.....	30
Figura 3. 13 Diseño de cableado estructurado de Sección TESPA.....	31
Figura 3. 14 Diseño de cableado estructurado del Auditorio.....	32
Figura 3. 15 Distancias de recorrido de cable del Laboratorio de Computación	33
Figura 3. 16 Distribución del equipo activo en el rack principal	35
Figura 3. 17 Distribución del equipo activo en el segundo rack para TESPA.....	36
Figura 3. 18 Distribución del equipo activo en el tercer rack	36
Figura 3. 19 Conexión del equipo activo al punto de red con etiquetado.....	38
Figura 3. 20 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica de la Planta Baja.....	39
Figura 3. 21 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica de la Planta Alta	40
Figura 3. 22 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica del TESPA	40
Figura 3. 23 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica del Auditorio-Cafetería	41
Figura 3. 24 Nivel de señal mínimo y máximo.....	41
Figura 3. 25 Gráfico comparativo en DownLink para 3 dispositivos	42
Figura 3. 26 Gráfico comparativo en UpLink para 3 dispositivos	42
Figura 4. 1 Asignación de VLAN y direccionamiento	43
Figura 4. 2 Comandos DHCP	44
Figura 4. 3 Comandos Listas de Acceso	44

Figura 4. 4 Comandos DHCP v6	44
Figura 4. 5 EtherChannel	45
Figura 4. 6 Configuración Switch	46
Figura 4. 7 Configuración Punto de Acceso	47
Figura 4. 8 Topología alámbrica e inalámbrica del Centro de Formación.....	48
Figura 4. 9 Topología implementada mediante el software Riverbed Modeler.....	49
Figura 4. 10 Retardo y Throughput general de la red inalámbrica	50
Figura 4. 11 Comparación del Throughput entre 2 PC	50
Figura 4. 12 Comparación del Delay entre 2 nodos.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Ancho de Banda por Aplicación	17
Tabla 3. 2 Segmentación de red IPv4.....	19
Tabla 3. 3 Ejemplo de direccionamiento IPv4	20
Tabla 3. 4 Segmentación para dirección IPv6.....	21
Tabla 3. 5 Ejemplo de direccionamiento IPv6	22
Tabla 3. 6 Selección de dispositivo de capa 3.....	24
Tabla 3. 7 Selección de distribuidores capa 2	24
Tabla 3. 8 Selección de Punto de Acceso	25
Tabla 3. 9 División de puntos de red para el Centro de Formación Continua	29
Tabla 3. 10 Ejemplo de Cálculo de la distancia total recorrida para el Laboratorio de Computación	33
Tabla 3. 11 Recorrido de cable total para cada espacio del predio	34
Tabla 3. 12 Identificación del etiquetado para el rack principal	37
Tabla 3. 13 Identificación del etiquetado para el segundo rack	37
Tabla 3. 14 Identificación del etiquetado para el tercer rack	37
Tabla 4. 1 Asignación de puertos de los switch planta baja	45
Tabla 4. 2 Flujo de Efectivo Neto	53

RESUMEN

El presente proyecto técnico fue elaborado para el Centro de Formación Continua San Bartolo de la Universidad Politécnica Salesiana, con el fin de brindar a los estudiantes, personal docente y administrativo, una propuesta profesional que contemple el diseño de una red de campus basada en una moderna infraestructura tecnológica que satisfaga las necesidades de conexión a Internet y de comunicación, ofreciendo una experiencia de conectividad ágil y segura.

Durante el análisis situacional del predio se pudo constatar que este centro no cuenta con ninguna infraestructura de conectividad; razón por la cual, se propone el diseño de una red basada en la arquitectura jerárquica empresarial de CISCO, asegurando que la misma permita una correcta distribución en el envío y recepción de datos.

Para la elaboración del diseño de la red, se observaron los estándares vigentes de cableado estructurado y de redes inalámbricas, los cuales especifican los requerimientos mínimos que deben cumplir estos componentes, tales como: longitud y tipo de cable, accesorios y áreas de trabajo; así mismo, cobertura inalámbrica, niveles de señal mínimos, velocidad de datos, frecuencia de trabajo, entre otros.

El proyecto pretende, además, optimizar el uso de recursos y lograr un diseño que sea adaptable a los cambios que se efectúen en cuanto a la distribución del espacio o a los avances en la tecnología de los equipos activos y pasivos. Finalmente, este documento presenta un conjunto de los planos con la distribución física y lógica de los componentes de red, estimando un presupuesto para la ejecución del proyecto.

ABSTRACT

This technical project was prepared for the Centro de Formación Continua San Bartolo of the Universidad Politécnica Salesiana, in order to provide students, teaching and administrative staff, with a professional proposal that contemplates the design of a campus network based on a modern technological infrastructure that meets the needs of Internet connection and communication, offering an agile and secure connectivity experience.

During the situational analysis of the property it was found that this center does not have any connectivity infrastructure; which is why we propose the design of a network based on the hierarchical business architecture of CISCO, ensuring that it allows a correct distribution in the sending and receiving of data, while providing a solution with high scalability and availability.

For the elaboration of the design of the network, the standards of length of structured cabling and wireless networks were observed, which specify the minimum requirements that these components must fulfill, such as; length and type of cable, accessories and work areas; likewise, wireless coverage, minimum signal levels, data speed, work frequency, among others.

The project also aims to optimize the use of resources and achieve a design that is adaptable to the changes that are made in terms of space distribution or advances in the technology of active and passive equipment. Finally, this document presents a set of plans with the physical and logical distribution of the network components, estimating a budget for the execution of the project.

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios la Comunidad Salesiana, ha sido reconocida por el basto despliegue de su labor social, orientada, principalmente, a apoyar a los niños y jóvenes en sus anhelos de crecer personal y profesionalmente a través de programas de capacitación técnica y/o formación académica. Su sólido crecimiento, ha obligado a las autoridades a tomar decisiones importantes para la implementación continua de sus servicios e infraestructura para brindar estabilidad e integridad a personas que buscan oportunidades de superación e inserción laboral. Actualmente, el Centro de Formación San Bartolo no cuenta con una infraestructura tecnológica adecuada para brindar los diversos servicios de educación que requiere la comunidad. Por ello, se requiere un diseño de la red de campus apropiado, para cubrir con todos los requerimientos del personal y de los usuarios.

Previamente se analizan los antecedentes del proyecto, con la finalidad de dar una justificación al diseño propuesto detallando el problema de acuerdo a las necesidades de la colectividad salesiana, estableciendo objetivos puntuales que al finalizar este trabajo serán respectivamente ratificados.

El proyecto inicia con una visita técnica a las instalaciones del centro educativo, para constatar sus instalaciones y los recursos tecnológicos existentes. Junto a esto, se definirán ciertos conceptos teóricos fundamentales que servirán de base para el posterior diseño de la red de campus.

Una vez definido el escenario de trabajo, se aplica la metodología para redes Top-Down Network Design, incluyendo los esquemas físicos y lógicos de la red, sujeto a un direccionamiento IP basado en la segmentación de áreas según el número de usuarios en cada una de ellas. A continuación, se realizará el diseño de cableado estructurado en base a los estándares EIA/TIA, seguido del diseño de la red LAN y WLAN, para abastecer la demanda en el uso de recursos e información para la entidad educativa.

Finalmente, se realizará las diferentes simulaciones para verificar el diseño de la red LAN, WLAN y sustentar las buenas prácticas de cableado estructurado, mediante software especializado.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema

La Universidad Politécnica Salesiana como Institución de Educación Superior ha logrado ubicarse entre las mejores Universidades del América Latina, y estar entre las 10 mejores Universidades de Ecuador. (Universidad Politécnica Salesiana, 2018)

Estos logros constituyen un impulso para seguir mejorando la calidad académica y su oferta educativa para la formación de niños y jóvenes con ímpetu Salesiano. Entre algunos de sus proyectos se encuentra el ampliar su campo de acción, aperturando centros de estudio en varias localidades de nuestro país. Es por esa razón que, la Institución adquirió una construcción ubicada en el barrio San Bartolo en la que se brindarán cursos de capacitación como parte de los proyectos salesianos que se desarrollan en todo el Ecuador, y que están orientados a dar una educación integral a niños, jóvenes y adolescentes vulnerables que no han tenido la oportunidad de culminar sus estudios y buscan alcanzar algún tipo de oficio.

Actualmente, el Centro de Formación Continua San Bartolo no tiene una infraestructura de red para cubrir las necesidades tecnológicas que exigen los diferentes proyectos para la comunidad salesiana debido a las readecuaciones físicas que se realizaron en sus instalaciones.

El Colegio Liceo del Sur, funcionó en sus inicios, como un plantel educativo con las secciones de básica y bachillerato, en una sola jornada. Debido a las prestaciones que ahora brindará este establecimiento, la demanda de tráfico de internet, y la infraestructura tecnológica no es suficiente para cumplir con las demandas requeridas tanto por los estudiantes como por el personal docente y administrativo del establecimiento. Se debe tomar en cuenta que los jóvenes permanecerán por más de 6 horas dentro del campus y sus labores serán orientadas a formación práctica y técnica, por tal motivo los estudiantes lograrán una inserción al mundo socio productivo, participando, laborando y gozando de sus derechos en un entorno familiar y cultural.

La red que se diseñará cumplirá con todos los requisitos que tiene el Centro de Formación Continua, dando conectividad cableada a los equipos instalados dentro del campus, y conectividad inalámbrica a los dispositivos portátiles, brindando movilidad a los usuarios.

1.2 Justificación del problema

La Universidad Politécnica Salesiana, además de ser una institución de educación superior, lleva en el Ecuador 39 años de trabajo educativo en las calles y periferias. En la ciudad de Quito, se han desplegado varios proyectos y programas Don Rúa, entre ellos el UESPA (Unidad Educativa San Patricio) y el TESP (Talleres Escuela San Patricio), los cuales funcionan en predios que no se ajustan a las necesidades varias de los niños y adolescentes. Esta situación, motivó la decisión de adquirir el predio del Colegio Liceo del Sur, el cual consta de una extensión adecuada para desarrollar los cursos y los talleres que se ofertan a la comunidad, permitiendo implementar laboratorios, oficinas y aulas para un desarrollo educacional con tecnología y accesibilidad a recursos y servicios para la formación de los estudiantes con un impulso tecnológico competitivo.

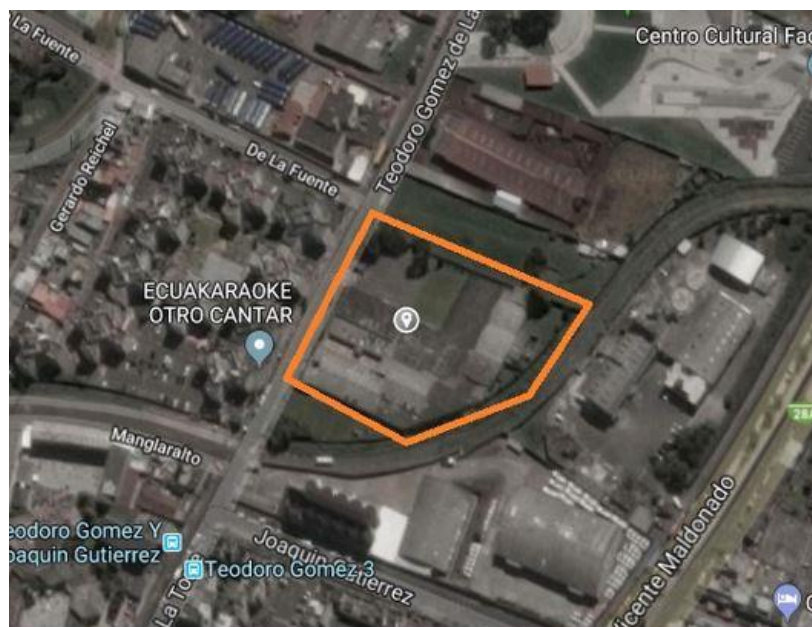
Para el diseño de la red, se utilizará la arquitectura jerárquica empresarial de CISCO, a fin de garantizar escalabilidad y flexibilidad, asegurando que la red del Centro de Formación Continua, pueda adecuarse a necesidades futuras, de tal manera que se llegue a tener una optimización de recursos y la red funcione de igual manera así existiesen modificaciones o requerimientos distintos a la línea base en la arquitectura inicial del campus.

Así mismo, la comunidad salesiana podrá acceder a los servicios e información de forma inalámbrica, con niveles apropiados de señal, mediante el diseño de la WLAN, para cumplir con sus labores desde cualquier lugar de la instalación.

1.3 Delimitación Geográfica

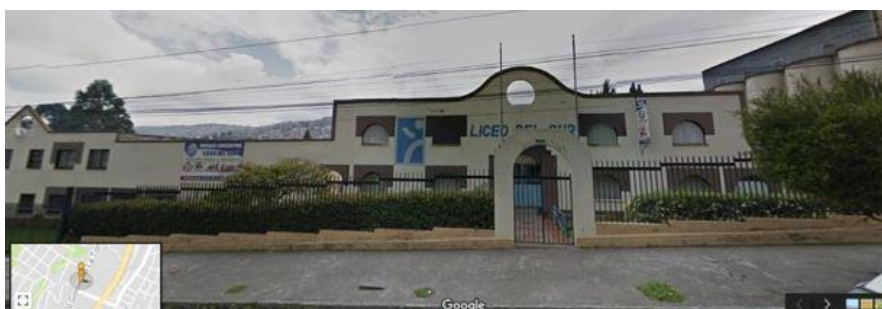
El Centro de Formación Continua San Bartolo, es un espacio que funcionaba como institución de educación inicial, básica y bachillerato anteriormente llamado Liceo del Sur. El predio se encuentra ubicado en la avenida Teodoro Gómez de la Torre S13-75 y Joaquín Gutiérrez, al sur de la ciudad de Quito, cuenta con un área de 3 200 m² divididos en 2 edificios de una y dos plantas. El predio formará parte de la Universidad Politécnica Salesiana como un espacio para brindar capacitación integral sin fines de lucro a niños y jóvenes de la Fundación Salesiana Chicos de la Calle. Las Figuras 1.1 y 1.2 indican la ubicación geográfica y vista frontal del establecimiento.

Figura 1. 1 Ubicación Geográfica Centro de Formación Continua



Ubicación Geográfica. Fuente: Google Maps

Figura 1. 2 Vista frontal Centro de Formación Continua



Entrada principal del establecimiento. Fuente: Google Maps

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar la red de campus basada en el modelo empresarial de CISCO en el Centro de Formación Continua San Bartolo para ofrecer los servicios de Internet, voz, video y datos a los usuarios.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la línea base de la red existente para la identificación de las limitaciones técnicas y empresariales en el Centro de Formación Continua de la Universidad Politécnica Salesiana para el diseño de la red que satisfaga tales necesidades.
- Diseñar la red de campus en el Centro de Formación Continua San Bartolo para cumplir con los servicios de Internet, voz, video y datos, mediante la elaboración de la topología lógica y física de la red.
- Simular la red de campus del predio Centro de Formación Continua San Bartolo, para determinar el tráfico de la red.
- Determinar la factibilidad de la propuesta para el análisis del costo del diseño de la red de campus.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Metodología de Diseño

De acuerdo a los cambios y prestaciones educacionales, se ha acelerado la velocidad a la que las instituciones educativas modernizan su infraestructura tecnológica, planificando cuidadosamente los diseños de red para cumplir con los objetivos de seguridad y ofrecer, al personal, acceso a la red. Por lo tanto, es necesario seguir una metodología de diseño sistemático, para adaptarse a los crecientes requisitos de acceso remoto, seguridad, ancho de banda, escalabilidad y confiabilidad.

2.1.1 Metodología PPDIOO

Para diseñar una red que satisfaga las necesidades de la entidad, se debe identificar los objetivos y limitaciones técnicas y organizacionales; por lo que, la metodología PPDIOO de CISCO define 6 fases (Preparar, Planificar, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar) con el fin de formalizar el ciclo de vida de la red. (Tiso & Caswell, 2013)

- **Preparar:** análisis de las limitaciones y objetivos técnicos de la infraestructura tecnológica, identificando las tecnologías soportadas de acuerdo a las necesidades del negocio. (Teare, 2016)
- **Planificar:** se establece un plan de proyecto, identificando los requerimientos, dificultades, responsabilidades, tareas, y a su vez el lugar en el que se instalará la red.
- **Diseño:** se propone un diseño estructurado de red, que cumpla con los requerimientos técnicos, con el fin de orientar a una implementación exitosa basada en el establecimiento de topologías piloto.
- **Implementación:** es la fase real del desarrollo de la red para recrear y probar lo diseñado, corrigiendo errores en los prototipos pilotos en el caso de ser necesario, revelando cualquier vulnerabilidad en la elaboración del diseño de la red. (Sivasubramanian, Froom, & Frahim, 2013)

- **Operar:** es la prueba final del funcionamiento, en la cual se monitorea proactivamente la actividad de los dispositivos, para mejorar la calidad de servicio percibido por el usuario, evitando, el costoso tiempo de inactividad e interrupción de la red.
- **Optimizar:** implica detectar y corregir los fallos de la red antes de que se produzcan, de esta manera, se podrá poner en cuestión el rediseño de la red.

2.1.2 Metodología Top-Down Network

El diseño Top-Down permite tener un panorama general antes de llegar a los detalles, este diseño aclara los objetivos e inicia desde la perspectiva de los requerimientos de las capas superiores del modelo de referencia OSI, antes de la selección de equipos que operan en las capas inferiores. Este diseño reconoce que el modelo lógico y físico pueden cambiar a medida que se recopila mayor información.

- **Identificación de las necesidades:** se estudia el mercado del cliente, tomando en cuenta las necesidades tecnológicas y la estructura organizacional del negocio.
- **Diseño Lógico:** indica la geometría de la red, definiendo los puntos de interconexión, asociaciones de usuarios y el tipo de recurso necesario. Este diseño debe ser jerárquico brindando seguridad, redundancia y modularidad.
- **Diseño Físico:** definen la geografía de la red, identificando la tecnología, protocolos, y los dispositivos de interconexión de datos.
- **Pruebas, Optimización y Documentación:** cubre los pasos finales en el diseño de red, mediante pruebas se indica que el proyecto cubre los aspectos solicitados por el usuario, es necesario documentar ciertos criterios fundamentales, que permita un ágil mantenimiento y administración, ante cualquier inconveniente (Oppenheimer, 2014).

2.2 Diseño de Red Cableada e Inalámbrica

Por la gran cantidad de usuarios que ahora dependen de una conexión para realizar diferentes trabajos, es necesario tener una red que proporcione transporte flexible e inteligente. (CISCO, Campus LAN and Wireless LAN Design Guide, 2018)

2.2.1 Red de campus

La arquitectura LAN y WLAN para el campus se diseña con el fin de satisfacer las necesidades con requisitos de conectividad cableada e inalámbrica, pueden ir desde una pequeña red hasta una gran ubicación de múltiples edificios. El propósito principal de una red de campus es brindar conectividad a los dispositivos de los usuarios en los distintos espacios.

Para una red de campus, se puede aplicar un diseño multicapa, en el cual, los dispositivos se conectarán a una capa de acceso con adyacencia lógica de capa dos, manejando configuraciones complejas con protocolos adicionales consistentes en todos los dispositivos. La seguridad es crítica para todos los servicios de las redes de campus, el acceso a las aplicaciones debe ser abierto y a su vez ser seguro y controlado.

2.2.2 Diseño Lógico de red cableada e inalámbrica

2.2.2.1 Arquitectura de Red

Para cumplir con los requisitos del establecimiento, será necesario una topología de red que relacione componentes varios, el diseño de esta topología se debe desarrollar en capas, donde cada una de ellas se enfoca en funciones específicas, brindando un marco modular que permite flexibilidad en el diseño y facilita la implementación y resolución de problemas.

La arquitectura básicamente abarca 3 capas (núcleo, distribución y acceso), pero para una empresa pequeña o mediana por sus prestaciones, la arquitectura se puede reducir a una topología de 2 capas, donde la capa núcleo y distribución se unen, para reducir costos y limitar los servicios para la capa acceso. La capa de acceso incorpora distribuidores de capa dos, para otorgar el acceso al dispositivo final en conjunto con características de seguridad, control de acceso, filtros, administración, entre otros.

2.2.2.2 Topología en estrella extendida

Las redes Ethernet usan una topología en estrella donde, cada dispositivo final tiene una conexión directa a un único dispositivo de red que se conecta a varios dispositivos remotos, usualmente estas serán conexiones troncales de capa 2. (Mir, 2015)

2.2.2.3 Direccionamiento

El direccionamiento es parte fundamental para las comunicaciones, ya que, proporciona la base para todos los servicios de usuario, este esquema ayuda al envío de los paquetes de forma correcta de un punto hacia otro mediante direcciones IP. Una dirección IP identifica un dispositivo al que debe llegar, mediante los encabezados de las capas de red, enlace de datos y transporte del modelo OSI.

La dirección IPv4 consta de 32 bits, dividido en dos porciones, que permite identificar la red y la parte que será destinada para los hosts. Las direcciones IPv6 tienen una longitud de 128 bits, que al igual que IPv4, se divide en un prefijo de red y un identificador de host. (CISCO SBA, 2013)

2.2.2.4 VLAN

Las VLAN se comportan como una LAN convencional configurada por software, independientemente de las ubicaciones físicas de los hosts (Yu , Rexford, Sun, Rao, & Feamster, 2014). El uso de VLAN reduce el costo de migración de las estaciones que van de un grupo a otro. En cuanto a seguridad, las VLAN garantizan que los datos de difusión enviados a un grupo específico no se circulen sobre otro.

2.2.2.5 DHCP

El protocolo de configuración dinámica de host proporciona direcciones aleatorias cuando un dispositivo se engancha a la red. Además, permite que el dispositivo aprenda la máscara de subred, el Gateway correspondiente y el servidor DNS.

2.2.2.6 Link Aggregation Control Protocol

El protocolo LACP (Protocolo de Control de Agregación de Enlace) se usa en la agregación de enlaces con equipos de diferentes marcas, aumentando la confiabilidad al distribuir el tráfico en más de un enlace físico. La tecnología EtherChannel es un grupo de LACP, que permite vincular hasta 8 enlaces físicos Ethernet en un enlace

lógico con mayor ancho de banda, donde la velocidad del enlace es igual al agregado de las velocidades de todos los enlaces físicos vinculados. Los enlaces físicos EtherChannel deben ser del mismo tipo y velocidad, y estar en la misma VLAN.

2.2.2.7 Grupos WLAN

La función de los grupos de AP, es especificar qué servicios WLAN necesita, reduciendo la configuración repetitiva y facilitando la provisión de parámetros. Los usuarios pueden aplicar perfiles de SSID a otros puntos de acceso del mismo grupo. Se recomienda el uso de grupo de punto de acceso para organizar AP por zona de cobertura.

2.2.2.8 ESS, IBSS, BSS, SSID

El BSS (Basic Service Set o Conjunto de Servicios Básicos) define un área de cobertura (BSA), donde todas las estaciones permanecen completamente conectadas. Existen dos topologías: BSS de Infraestructura y BSS Independiente.

Cada BSS de Infraestructura se identifica por un ID de conjunto de servicio (SSID), un conjunto de puntos de acceso que anuncian el mismo SSID forma un conjunto de servicios extendido (ESS), ayudando a ver a la red como independiente, en donde cada punto de acceso proporciona servicios de autenticación y autorización para el acceso a la red, así como servicios de seguridad para el cifrado de datos.

En una topología BSS Independiente, una estación crea o inicia la red y otras estaciones se unen a la red. Estas redes, conocidas como ad-hoc, proporcionan soporte limitado para los servicios de autenticación, autorización y privacidad 802.11.

2.2.3 Diseño Físico

2.2.3.1 Medios de transmisión

El medio físico consiste en donde un bit viaja de un origen al destino mediante ondas electromagnéticas o impulsos ópticos. Este medio puede ser guiado a lo largo de un medio sólido. (FO, cable coaxial, par trenzado) o no guiado donde las ondas se propagan en la atmósfera como una LAN inalámbrica. (Benvenuto & Zorzi, 2013)

2.2.3.2 Cableado Estructurado

Un sistema de cableado es importante no solo para los consumidores, sino también para los proveedores y los instaladores de la red, ya que, se debe entender claramente cómo diseñar y construir productos que operen en un sistema de cableado.

El estándar ANSI / TIA / EIA-568 fue desarrollado para establecer una guía en el diseño de telecomunicaciones, presentando los requisitos mínimos para tener buenas prácticas de cableado.

El estándar ANSI / TIA / EIA-569 especifica, prácticas de diseño y la construcción de espacios dentro del edificio donde se albergarán los equipos de telecomunicaciones.

El estándar TIA-4966 está diseñado para espacios educativos que soportan gran cantidad de servicios. Se recomienda par trenzado categoría 6A y fibra óptica OM4, para el cableado horizontal. Todas las áreas de un edificio educativo deben tener cobertura inalámbrica. (PANDUIT, 2016)

- **Cableado Horizontal:** es el cableado que se extiende desde la conexión cruzada horizontal al área de trabajo y termina en las salidas de telecomunicaciones. El estándar establece que la distancia máxima entre la toma de telecomunicaciones y el panel de conexiones es de 90 metros.
- **Backbone:** denominado también cableado interdependiente, es necesario para conectar las instalaciones de entrada verticales, las salas de equipos y recintos de telecomunicaciones entre pisos.
- **Área de trabajo:** es el lugar en donde termina el cableado horizontal que se conecta a la infraestructura mediante una toma de datos.
- **Sala de telecomunicaciones:** contiene equipos de red, por lo cual, se debe mantener un rango de temperatura de 18 a 24 °C. El cuarto debe tener al menos 2.4 metros de altura.

- **Entrance Facility:** especifica el punto en el edificio donde el cableado se conecta con el mundo exterior, debe ingresar al primer piso y terminar en un solo punto. (Oliviero & Woodward, 2014)

2.2.3.3 Componentes de la red de campus

- **Par trenzado 6A:** fue reconocido oficialmente con la publicación de ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 en 2008. La categoría 6A amplía el ancho de banda utilizable a 500MHz y alcanza velocidades de 10 Gigabit Ethernet.
- **Patch Cord:** se utilizan en paneles de conexión para proporcionar la conexión entre cables horizontales terminados en campo y dispositivos de conectividad de red.
- **Placas de Pared:** las tomas de corriente de comunicaciones se pueden ubicar en una pared o cajas montadas en el piso del área de trabajo, sirven como puntos finales para tendidos horizontales.
- **Bandejas:** enrutan el cable, son típicamente rejillas de alambre diseñadas especialmente para soportar el peso de una infraestructura de cable.
- **Rack de Telecomunicaciones:** ayudan a organizar la infraestructura de cableado. Varían en altura desde 39" a 84" y con ancho de: 19" y 23". En general, hay tres tipos de bastidores; montados en la pared, marcos esqueléticos y gabinetes de equipos completos. (Barnett, Groth, & McBee, 2013)
- **Punto de acceso:** son dispositivos alámbricos que se conectan a la red de infraestructura para dar brindar conexión a distintos dispositivos inalámbricos. Los AP se pueden administrar para evitar configuraciones repetitivas. Un AP no debe iniciar un BSS de infraestructura en un canal donde la señal está, en o encima de un nivel de recepción mayor o igual a -60 dBm.

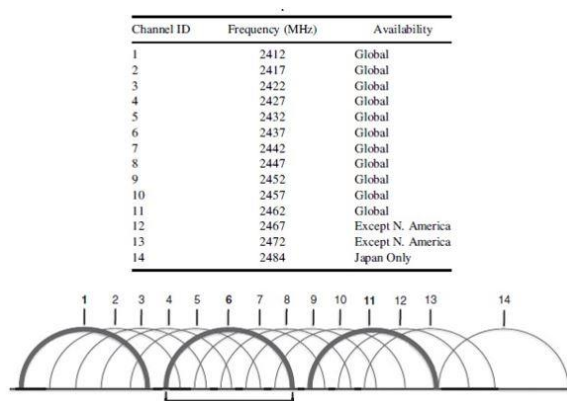
- **Switch de acceso:** se instalan en un estante encima o debajo de la conexión cruzada del panel de conexiones, ubicados en el TR.
- **Switch de Core:** interconectan diversos conmutadores de grupo de trabajo en un edificio comercial con los servidores de la red principal, sirven como enrutadores, ya que agregan señales de datos del grupo de trabajo y los pasan a través de las conexiones cruzadas principales a los servidores.

2.2.3.4 Cobertura Inalámbrica

802.11 de IEEE consiste en un conjunto de reglas y especificaciones para las tecnologías de redes inalámbricas de área local. El ancho de banda del canal es de 5, 10, 20 y 40 MHz en las bandas de frecuencia de 2,4, 3,65 y 4,9 y 5 GHz. Las redes 802.11 se componen básicamente de; estaciones, puntos de acceso y un sistema de distribución. (García, 2013)

El estándar de la tecnología 802.11 tiene como velocidad máxima de datos 600 Mbps para la banda de 2.4 y 5 GHz, opera en frecuencias de 20/40 MHz libremente, permitiendo hasta 20 bits por hercio. Su característica más destacada es la implementación de antenas MIMO, que permiten el uso múltiple de un canal de datos en el mismo rango de frecuencia, lo que da como resultado un rango más amplio o una velocidad de datos más alta.

Figura 2. 1 Distribución de los canales por Frecuencia



Descripción de los canales a utilizar para la transferencia en la banda de 2.4 GHz. Fuente: (Gorshe, Raghavan, Starr, & Galli, 2014).

La frecuencia de 2.4 GHz, tiene 3 canales no superpuestos con los que trabajar para la transmisión, como se indica en la Figura 2.1, logrando aislamiento; estas señales otorgan un mejor alcance y menor atenuación que las señales en 5 GHz. Las frecuencias de 5 GHz con 23 canales de menor interferencia, lo hace más conveniente para aplicaciones que son muy sensibles a la pérdida y demora de paquetes.

Para el control de cobertura inalámbrica, el parámetro RSSI mide la intensidad de señal de receptor que influye de manera significativa en la calidad de las comunicaciones, y será una función creciente de la potencia recibida, evaluando, si la señal recibida se encuentra dentro de un rango de potencia de recepción óptimo; se mide en dBm y va desde 0 dBm llamada la mejor cobertura que tendrá un equipo, y -100 dBm donde no se garantiza comunicación.

El RSSI indica el nivel de potencia recibido del último paquete con un encabezado PHY válido en una trama 802.11 que recibió SIFS antes de la transmisión del paquete actual, con una longitud de 1 byte; de tal forma que, un RSSI máximo representa una potencia mayor o igual a -42 dBm, mientras que el valor mínimo (1) representa una potencia menor o igual a -68 dBm; donde, 0 indicará que el paquete anterior no recibió un SIFS antes de la transmisión. (Stephens, Rosdahl, Stanley, & McCann, 2016)

2.2.4 Rendimiento de la red

En la transmisión de datos, el rendimiento es la cantidad de datos que se transfieren con éxito de un lugar a otro en un período de tiempo dado. Las aplicaciones que colocan tráfico de alto volumen en la red tienen más efecto en el rendimiento que las conexiones interactivas de extremo a extremo.

El Throughput es la capacidad de transmisión, medido en bps, en un medio de comunicación en cualquier momento y varía de acuerdo a la aplicación.

El tiempo de respuesta es el tiempo entre una solicitud del usuario y la ejecución del comando o la entrega de respuesta del sistema host.

El ancho de banda es la cantidad de datos transmitidos o recibidos por unidad de tiempo. En un sentido cualitativo, el ancho de banda requerido es proporcional a la complejidad de los datos para un determinado nivel de rendimiento del sistema.

La pérdida de paquetes se expresa como una tasa de errores de bits (BER), que es el porcentaje de bits que tienen errores, con respecto al número total de bits recibidos en una transmisión.

2.3 Análisis de Costos

2.3.1 Costo-Beneficio

El análisis de costo-beneficio permite una deliberación sobre las variables que pueden influir de manera crucial en el rendimiento del proyecto, se debe considerar flujos tangibles e intangibles. Algunos de los costos y beneficios se pueden cuantificar fácilmente y otros son más difíciles de cuantificar. Puede ser útil considerar los diferentes costos y beneficios que surgen al considerar los impactos en diferentes partes interesadas afectadas por el proyecto evaluado.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED

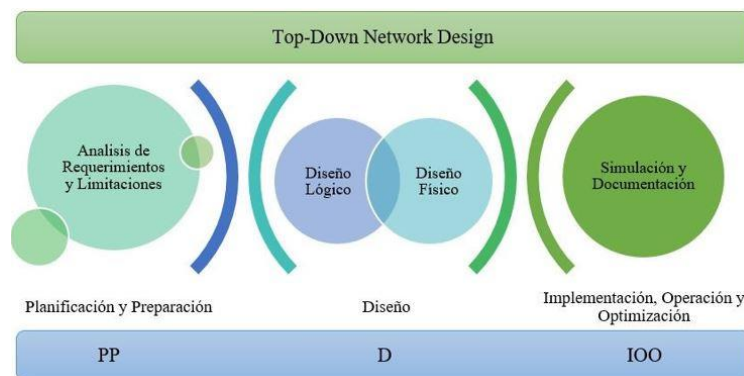
3.1 Metodología

Actualmente, el flujo de información que viaja a través de la red va en aumento y con ello, se vuelve imprescindible contar con una infraestructura tecnológica tolerante a fallos, en la cual el usuario no experimente interrupciones al momento de compartir información.

Para esto, es necesario seguir un procedimiento claro para proponer cualquier tipo de diseño de redes, el mismo que permita terminar el trabajo a tiempo y el resultado final sea, detallado y documentado; permitiendo que su futura implementación y mantenimiento sea funcional y ordenado.

Para la realización del presente proyecto, se adoptará la metodología PPDIOO para redes, con un enfoque en Top-Down Network Design como se ilustra en la Figura 3.1, señalando la relación entre ambas metodologías mencionadas.

Figura 3. 1 Relación de Metodologías



Correlación entre la metodología PPDIOO y Top-Down Network Design. Fuente: Álvarez Luis y Suárez Karen

3.2 Preparación y Planificación del Proyecto

De acuerdo a la caracterización y levantamiento de información previa de la Unidad Educativa Liceo del Sur, se conoce, solamente que existía conectividad para ciertas áreas del lugar. A partir de su adquisición por la Universidad Politécnica Salesiana, se realizaron varias adecuaciones a su infraestructura civil para optimizar sus

instalaciones de acuerdo al uso que se planeó dar al Centro. El predio ahora funcionará como Centro de Formación Continua, y actualmente, por estar en proceso de adecuaciones civiles, ya no cuenta con infraestructura tecnológica como se indica en las Figuras 3.2 y 3.3.

Figura 3. 2 Corredor principal planta baja



Ilustración que evidencia la falta de infraestructura tecnológica en el predio. Fuente: Álvarez Luis y Suárez Karen

Figura 3. 3 Auditorio



Imagen del auditorio en remodelación sin estructura tecnológica. Fuente: Álvarez Luis y Suárez Karen

De acuerdo a los servicios que el establecimiento pretende brindar a la comunidad se han analizado los requerimientos principales para dar acceso a los recursos compartidos de la red. Para esto se decidió optar por una red alámbrica, basada en cableado de cobre categoría 6A, y su complemento inalámbrico, utilizando el estándar 802.11n para las frecuencias de 2.4GHz y 5GHz.

El Centro de Formación Continua tiene como grupo objetivo principalmente a jóvenes que participarán de los programas TESPA y UESPA, los cuales, están enfocados a ayudar a personas de bajos recursos a través de cursos de formación en distintos oficios, para desempeñarse en el campo laboral. Considerando este antecedente, se

proyecta que el Centro utilice ampliamente algunos servicios tales como bibliotecas virtuales, correo electrónico, transferencia de archivos, video conferencia, uso de buscadores en línea, entre otras aplicaciones, las mismas que requieren un permanente acceso a Internet, para complementar las actividades académicas de los estudiantes y docentes. En la Tabla 3.1 se resume los requerimientos de ancho de banda para las aplicaciones descritas. Hay que tomar en cuenta que el uso del Internet debe ser controlado, ya que se conoce que al navegar sin cautela se puede llegar a contenidos no apropiados para los estudiantes.

Tabla 3. 1 Ancho de Banda por Aplicación

Aplicación	Ancho de Banda [Mbps]
Correo y Mensajería Instantánea	0.1
Voz IP	0.1
Social Media	0.25
Video Llamada	1.5
Búsqueda Web	1
Compartir Archivos	10
Backups	10

Requisitos de ancho de banda para las aplicaciones necesarias para el establecimiento. Fuente: (Higley, 2017).

3.3 Diseño

Una vez conocidos los principales requerimientos de conectividad del Centro de Formación Continua, se procede a elaborar un diseño funcional que permita una posterior implementación, tomando en cuenta características como la escalabilidad que podría requerir el establecimiento; y la heredabilidad de cada área de trabajo, evitando alteraciones considerables a la infraestructura civil al momento de variar la disposición o funcionalidad de las mismas.

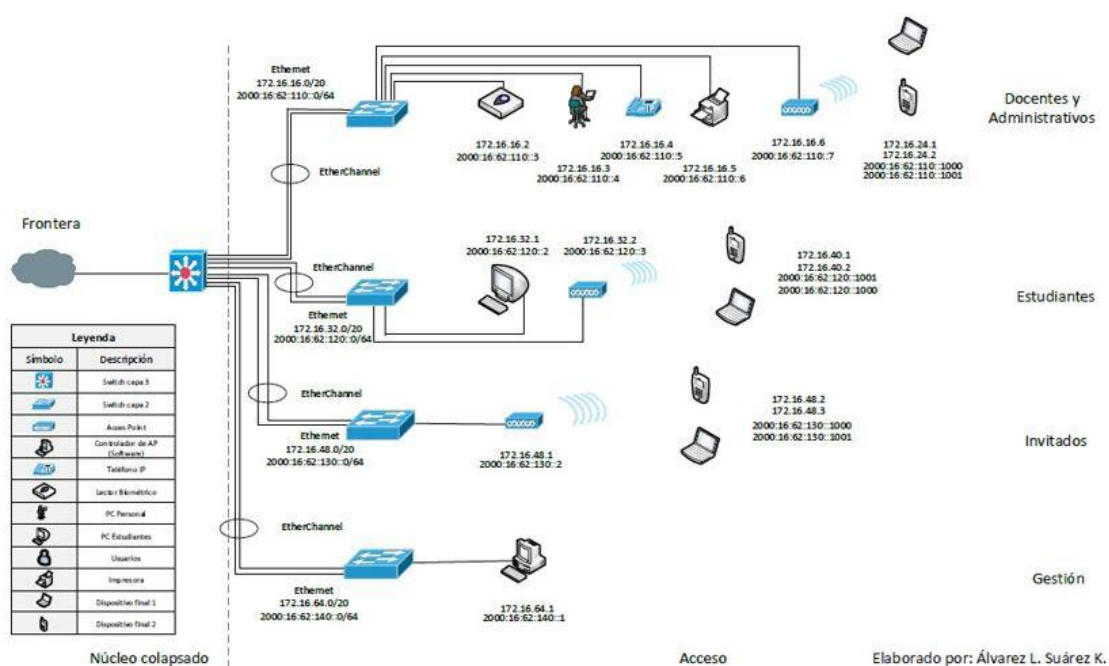
El diseño de la red de campus del Centro de Formación Continua se desplegará desde la edificación central del mismo que consta de dos plantas, y en el cual funcionará la administración del establecimiento y parte del programa UESPA, adicionalmente se cubrirán dos áreas en las cuales se desarrollarán los talleres del programa TESP y estará ubicado el Auditorio y la cafetería. En tal virtud, todas las etapas de diseño se

desplegarán de manera independiente para las áreas: Planta Baja y Planta Alta correspondientes al bloque principal, Sección TESP A y Auditorio-Cafetería.

3.3.1 Diseño Lógico

En la primera parte del diseño lógico se indica la topología propuesta para la red de campus, este diseño, debido a la dimensión del predio, está basado en una arquitectura empresarial de CISCO con núcleo colapsado, concentrando la capas de núcleo y distribución para reducir los costos y la configuración; además, se procura dar redundancia a la red utilizando la tecnología EtherChannel, fuentes redundantes y como opcional se pretende anclar a los dispositivos un seguro con el fin de que la red se encuentre disponible en todo momento.

Figura 3. 4 Topología Lógica IPv4/IPv6 - Centro de Formación Continua



Distribución y conexión de los equipos con su respectivo direccionamiento IPv4 e IPv6. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

La Figura 3.4 muestra la distribución y conexión de los distintos equipos en donde se puede visualizar una topología en estrella extendida, debido a que existe un punto central para los distribuidores de acceso y otro para las estaciones de trabajo. Se utiliza un distribuidor de capa 3 que integra los niveles de distribución y núcleo de la red, lo que permite tener múltiples interfaces virtuales de salida para las respectivas VLAN, evitando la sobre carga de tráfico que se puede generar al tener una única interfaz de

comunicación entre un router y los distribuidores para dar conectividad a las distintas redes virtuales.

En lo que refiere al nivel de acceso de la red, se utilizan switch de capa 2 que conectarán los distintos dispositivos finales como computadoras de escritorio, impresoras, biométricos y puntos de acceso, los cuales, a su vez, brindarán conectividad inalámbrica a los diferentes dispositivos móviles. Conforme a esto, se ejemplifica la segmentación que mantendría la red de campus con 4 nodos correspondientes a las subredes de administración y docentes, estudiantes, invitados y gestión de la red, del mismo modo se observa los distintos equipos finales que integrará cada subred de acuerdo al área de trabajo. La VLAN de gestión será la encargada de la administración de la red, en lo que refiere al control y monitoreo del desempeño de la misma; y, además, integrará los equipos activos con el fin de dar mantenimiento y/o realizar configuraciones que requiera la infraestructura de manera remota.

3.3.1.1 Modelo de Direccionamiento IPv4

Actualmente se considera que en el establecimiento existirán más de 200 equipos de cómputo repartidos de la siguiente manera:

- Personal docente y administrativo: 110
- Computadores para alumnado (talleres y laboratorios): 174

Tabla 3. 2 Segmentación de red IPv4

Personal	SUB-RED	Dirección de red	Máscara de subred	Primera dirección	Dirección de Broadcast
Docentes y Administrativos	1	172.16.16.0	255.255.240.0	172.16.16.1	172.16.31.255
Alumnos TESP/UESPA	2	172.16.32.0	255.255.240.0	172.16.32.1	172.16.47.255
Visitantes	3	172.16.48.0	255.255.240.0	172.16.48.1	172.16.63.255
Gestión	4	172.16.64.0	255.255.240.0	172.16.64.1	172.16.79.255

Direccionamiento correspondiente a IPv4.

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Con este escenario y a sabiendas que los recursos tecnológicos van a aumentar, el direccionamiento IP planteado asegura hasta un total de 4096 host para ser configurados, partiendo de la dirección de red 172.16.0.0; la cual, va a ser segmentada

en 4 VLAN determinadas por subredes con máscara fija 255.255.240.0, como se indica en la Tabla 3.2.

La Tabla 3.3 presenta el direccionamiento IPv4 de ejemplo para la planta baja del establecimiento educativo, se considera la red cableada e inalámbrica, ilustrado a su vez en la Figura 3.3, para lo mencionado, se utiliza 3 distribuidores de capa 2 para el acceso a cada host.

Tabla 3. 3 Ejemplo de direccionamiento IPv4

	Dispositivo	VLAN	Interfaz	Dirección de red	Máscara de subred	Gateway
Planta Baja	Rack L3	10	VLAN10	172.16.16.1	255.255.240.0	-
		20	VLAN20	172.16.32.1	255.255.240.0	-
		30	VLAN30	172.16.48.1	255.255.240.0	-
		40	VLAN40	172.16.64.1	255.255.240.0	-
	PC software AP	40	F0/15 L3	172.16.64.2	255.255.240.0	172.16.64.1
	Lector Biométrico	10	F0/1 SW1	172.16.64.3	255.255.240.0	172.16.64.1
	Sala de Profesores	10	F0/2-3 SW1	172.16.16.2 172.16.16.3	255.255.240.0	172.16.16.1
	Oficina	10	F0/4-5 SW1	172.16.16.4 172.16.16.5	255.255.240.0	172.16.16.1
	Audiovisuales	10	F0/6-7 SW1	172.16.16.6 172.16.16.7	255.255.240.0	172.16.16.1
	Tesorería	10	F0/8-11 SW1	172.16.16.8 172.16.16.11	255.255.240.0	172.16.16.1
	Oficina	10	F0/12-15 SW1	172.16.16.12 172.16.16.15	255.255.240.0	172.16.16.1
	Biblioteca	10	F0/16-25 SW1	172.16.16.16 172.16.16.25	255.255.240.0	172.16.16.1
	Oficina 5	10	F0/26-29 SW1	172.16.16.26 172.16.16.29	255.255.240.0	172.16.16.1
	Recepción	10	F0/30-31 SW1	172.16.16.30 172.16.16.31	255.255.240.0	172.16.16.1
	Oficina 4	10	F0/32-37 SW1	172.16.16.32 172.16.16.37	255.255.240.0	172.16.16.1
	Oficina 2	10	F0/38-41 SW1	172.16.16.38 172.16.16.41	255.255.240.0	172.16.16.1
	Sala de reunión	10	F0/42-43 SW1	172.16.16.42 172.16.16.43	255.255.240.0	172.16.16.1
	Laboratorio 1	20	F0/1-15 SW2	172.16.32.2 172.16.32.16	255.255.240.0	172.16.32.1
	Aula 1	20	F0/16-41 SW2	172.16.32.17 172.16.32.42	255.255.240.0	172.16.32.1
	Laboratorio de computación	20	F0/1-32 SW3	172.16.32.43 172.16.32.74	255.255.240.0	172.16.32.1

Sala de Reuniones	10	F0/33-38 SW3	172.16.16.44 172.16.16.49	255.255.240.0	172.16.16.1
Oficina 1	10	F0/39-42 SW3	172.16.16.50 172.16.16.53	255.255.240.0	172.16.16.1
SW1	40	VLAN40	172.16.64.4	255.255.240.0	172.16.64.1
SW2	40	VLAN40	172.16.64.5	255.255.240.0	172.16.64.1
SW3	40	VLAN40	172.16.64.6	255.255.240.0	172.16.64.1
AP1	40	F0/43 SW3	172.16.64.12	255.255.240.0	172.16.64.1
AP2	40	F0/44 SW3	172.16.64.13	255.255.240.0	172.16.64.1
AP3	40	F0/42 SW2	172.16.64.14	255.255.240.0	172.16.64.1
AP4	40	F0/44 SW1	172.16.64.15	255.255.240.0	172.16.64.1
AP5	40	F0/45 SW3	172.16.64.16	255.255.240.0	172.16.64.1
AP6	40	F0/45 SW1	172.16.64.17	255.255.240.0	172.16.64.1
AP7	40	F0/46 SW1	172.16.64.18	255.255.240.0	172.16.64.1
AP8	40	F0/43 SW2	172.16.64.19	255.255.240.0	172.16.64.1

Direccionamiento IPv4 de dispositivos en Planta Baja. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.1.2 Modelo de Direccionamiento IPv6

En cuanto al direccionamiento IPv6, la longitud se conoce es de 128 bits, de los cuales los primeros 48 bits, conocido como prefijo global, es entregado por un proveedor de servicios, para el ejemplo de este proyecto el valor es 2000:16:62, la ID de subred es elaborada de manera jerárquica de acuerdo a las prestaciones que brindará el Centro de Formación Continua, la cual, se indica en la Tabla 3.4. Se deja 64 bits para la asignación de cada uno de los dispositivos que pertenecen al establecimiento.

Tabla 3. 4 Segmentación para dirección IPv6

Prefijo de Enrutamiento Global 48 bits	ID de subred 16 bits				ID de interfaz 64 bits
	Futuro crecimiento	Proyectos Salesianos	Personal		
	/52	/56	/60	/64	
2000:16:62	0	1	1	0	/64
2000:16:62	0	1	2	0	/64
2000:16:62	0	1	3	0	/64
2000:16:62	0	1	4	0	/64

Direccionamiento correspondiente a IPv6, se considera la red cableada e inalámbrica. Elaborado por:

Álvarez Luis y Suárez Karen.

Siguiendo la distribución de las columnas de la ID de subred se propone 4 bits para una futura extensión del Centro, por tanto, se define un valor de 0 dado que constituye el inicio de este tipo de proyecto por la UPS. Los siguientes 4 bits (/56) corresponden al tipo de programa a llevar a cabo, en este predio se desarrollará el proyecto TESP/UESPA que se lo ha identificado con el número 1. Siguiendo con la asignación de los bits, para los siguientes 8 bits se tiene una distribución relacionado a las subredes del direccionamiento IPv4 de la siguiente manera: Administrativos y docentes: 10, Estudiantes: 20, Invitados: 30 y Gestión: 40. Por ello, las direcciones IPv6 relacionadas a cada subred se integran acorde a lo siguiente:

Administrativos y docentes: 2000:16:62:0110::0/64

Estudiantes: 2000:16:62:0120::0/64

Invitados: 2000:16:62:0130::0/64

Gestión: 2000:16:62:0140::0/64

Una vez definidas las redes se procede a ejemplificar el direccionamiento IPv6 de 10 host en la Tabla 3.5, con esto se tendrá una idea clara del proceso a seguir para el resto de dispositivos, basándose en el direccionamiento IPv4 presentado en la Tabla 3.3.

Tabla 3. 5 Ejemplo de direccionamiento IPv6

	Dispositivo	VLAN	Interfaz	Dirección de red	Gateway
Planta Baja	Rack L3	10	VLAN10	2000:16:62:0110::1/64	-
		20	VLAN20	2000:16:62:0120::1/64	-
		30	VLAN30	2000:16:62:0130::1/64	-
		40	VLAN40	2000:16:62:0140::1/64	
	PC software AP	40	F0/1 L3	2000:16:62:0140::2/64	2000:16:62:0140::1
	Sala de Profesores	10	F0/2-3 SW1	2000:16:62:0110::2/64 2000:16:62:0110::3/64	2000:16:62:0110::1
	Oficina	10	F0/4-5 SW1	2000:16:62:0110::4/64 2000:16:62:0110::5/64	2000:16:62:0110::1
	Audiovisuales	10	F0/6-7 SW1	2000:16:62:0110::6/64 2000:16:62:0110::7/64	2000:16:62:0110::1
	Tesorería	10	F0/8-11 SW1	2000:16:62:0110::8/64 2000:16:62:0110::11/64	2000:16:62:0110::1

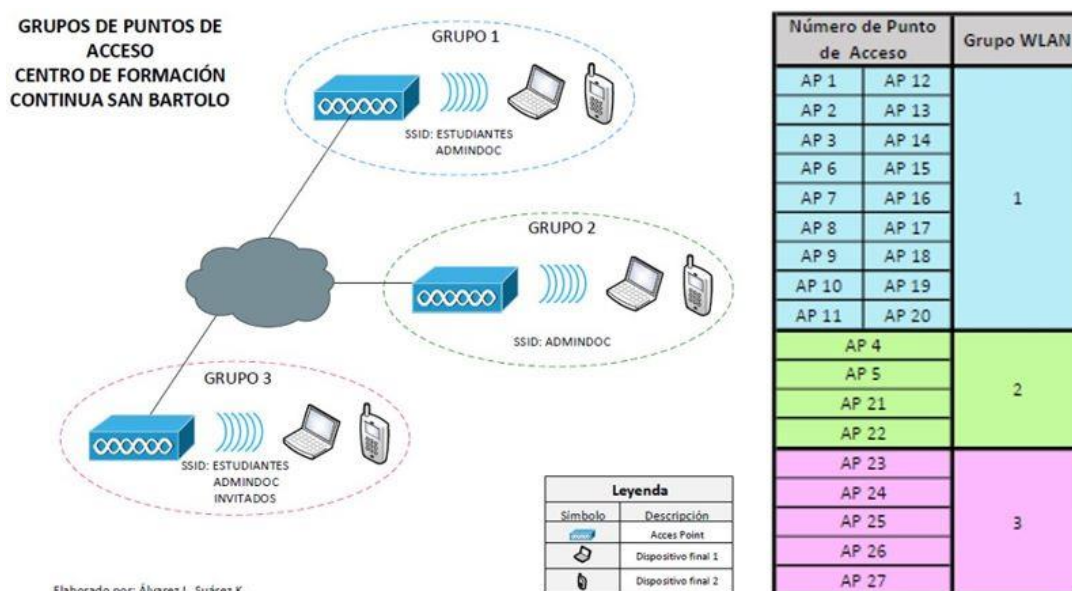
Direccionamiento IPv6 de 10 dispositivos en Planta Baja. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez

Karen.

3.3.1.3 Conformación de Grupos WLAN

Para los puntos de acceso, con el fin asegurar la correcta difusión de SSID según las áreas de trabajos, es necesario establecer grupos WLAN agrupando SSID que serán visibles en los dispositivos móviles, de acuerdo al perfil del usuario, conforme a la distribución de los puntos de acceso dentro del Centro de Formación Continua, garantizando que la información de la red inalámbrica sea la adecuada y a su vez, brindando estabilidad en la carga. Por ello, la Figura 3.5 indica la formación de 3 grupos con los SSID que serán contemplados en los dispositivos finales de la comunidad.

Figura 3. 5 Conformación de Grupos de Puntos de Acceso



Formación de los 3 grupos WLAN con sus respectivos SSID. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.2 Diseño Físico

Para el diseño físico de la red de campus, es necesario tomar decisiones en cuanto a la selección correcta de los equipos, y a la tecnología a ser implementada. Para lo cual, se basará en el diseño lógico LAN y WLAN y junto con buenas prácticas de cableado estructurado permitirá tener una topología física detallada de los principales elementos y equipos que componen la red de campus.

3.3.2.1 Selección de Dispositivos

Una vez establecido el direccionamiento IPv4 e IPv6, se tiene la factibilidad para proceder con la configuración de los equipos. Con este fin, se recomienda el equipo activo a utilizar (switch de capa 3, switch de capa 2 y puntos de acceso) en base a cuadros de decisión mostrados en las Tablas 3.6, 3.7 y 3.8 en los que se evalúan distintos parámetros que se consideran significativos para brindar características de una red escalable.

Luego de detallar las medidas de comparación entre tres marcas reconocidas en el mercado de distribución de equipo activo, se realizó la selección mediante calificación con numeración impar, siendo 5 bueno y 1 malo, de esta manera, se logra saber cuál es el dispositivo, que mejor se adapta a las necesidades de la red diseñada.

Tabla 3. 6 Selección de dispositivo de capa 3

Marca Parámetros	CISCO Catalyst 3850	Aruba 2930M	Ubiquiti EdgeSwitch
Precio	3	1	5
Numero de puertos	5	5	5
Rendimiento	5	5	1
PPS	5	3	1
Protocolo de enrutamiento	5	3	1
VLAN	3	5	5
SVI	5	0	0
Protocolo de interconexión de datos	5	5	5
Seguridad	5	5	3
Consumo de potencia	1	5	3
Fuente redundante	5	5	0
Total	47	42	29

Cuadro de evaluación para el switch de capa 3(Parámetros detallados, ver Anexo 1). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Tabla 3. 7 Selección de distribuidores capa 2

Marca Parámetros	CISCO SG 220	Ubiquiti US- 24	Aruba 2530
Precio	3	5	1
Numero de puertos	1	5	3
VLAN activas	3	3	5
PPS	3	5	1
Rendimiento	3	5	3
Consumo de energía	3	1	5
Seguridad	3	1	5
Total	19	25	23

Cuadro de evaluación para el switch de capa 2 (Parámetros detallados, ver Anexo 2). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Tabla 3. 8 Selección de Punto de Acceso

Parámetros \ Marca	CISCO AIR- AP3802I-x- K9C	Aruba IAP-215	Ubiquiti Unifi UAP- AC-PRO
Precio	1	5	3
Múltiple SSID	5	5	5
Velocidad de conexión	5	5	5
Antena	5	5	5
Ganancia	5	3	1
Seguridad	3	1	5
Clientes	5	3	5
Estándares	5	5	5
Banda	5	5	5
Potencia	3	3	5
Total	42	40	44

Cuadro de evaluación para los puntos de acceso (Parámetros detallados, ver Anexo 3). Elaborado por:

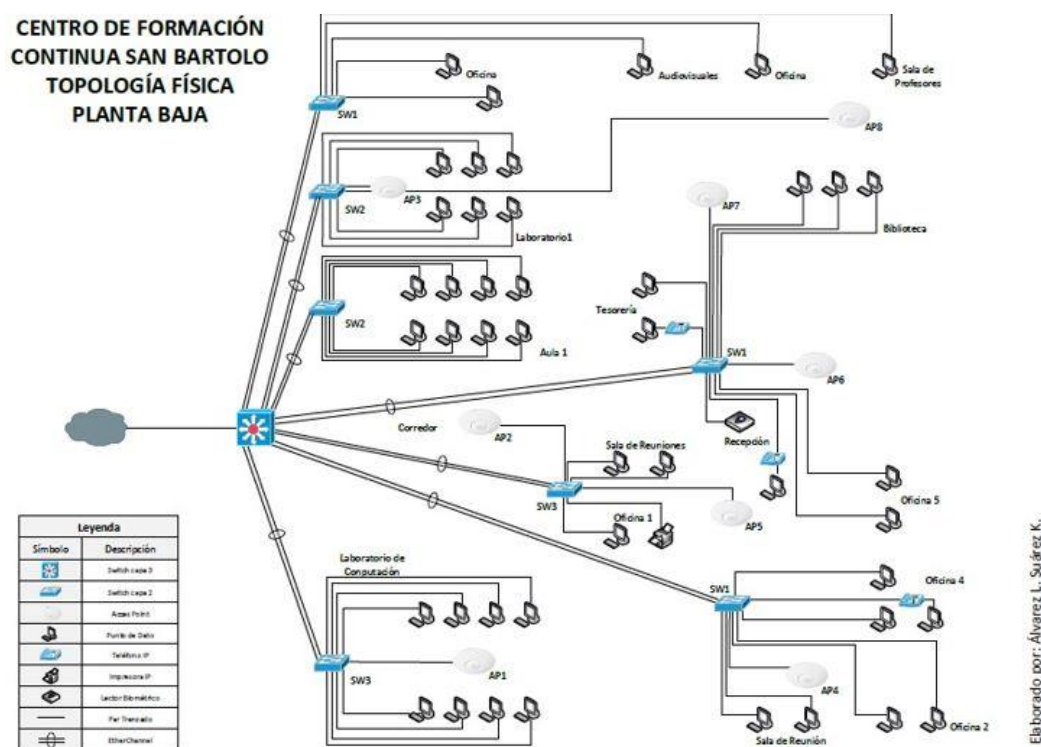
Álvarez Luis y Suárez Karen.

De esta manera, se observa que la marca para el switch de capa 3 que satisface las necesidades del establecimiento, es CISCO con un puntaje de 47/55, como se observa en la Tabla 3.5. Por otro lado, en la Tabla 3.7 y 3.8 la selección favorece a la marca UBIQUITI tanto para el conmutador de capa 2 como para los puntos de acceso, con puntajes de 25/35 y 44/50 respectivamente. Cabe resaltar, la facilidad de la configuración, control y gestión de los dispositivos UBIQUITI, por medio de un software propio que ofrece una interfaz accesible para el administrador de la red.

3.3.2.2 Topología de Red Física

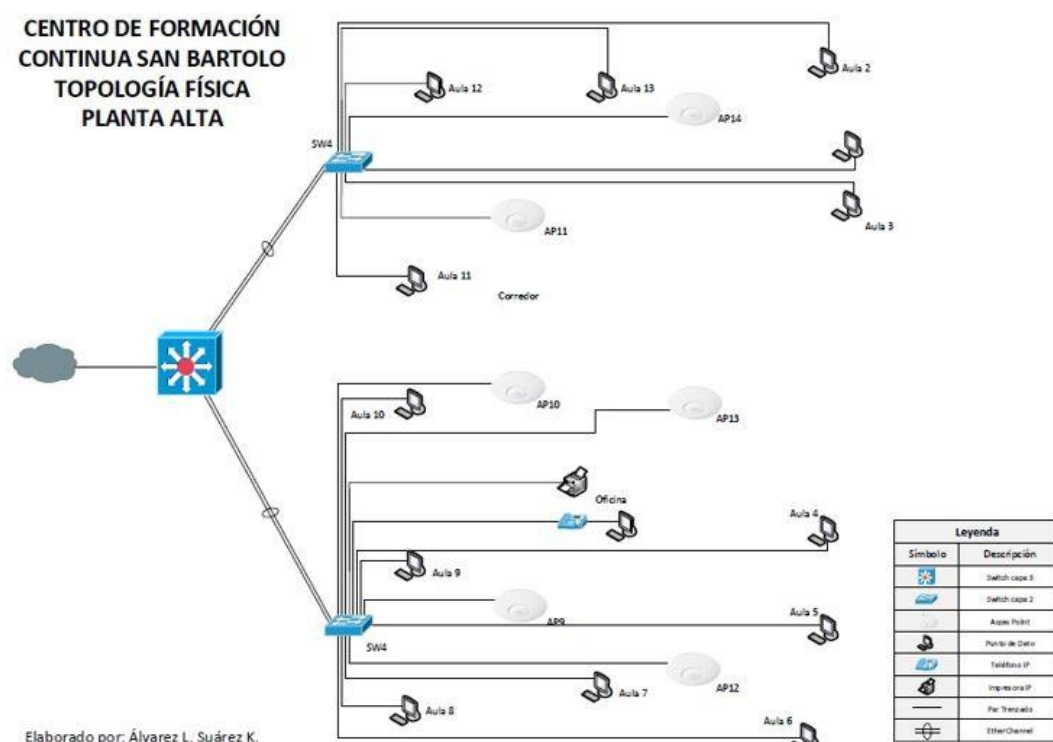
Como parte del diseño físico se indica la topología propuesta para la red de campus que fue realizada siguiendo la distribución de cada área de trabajo para los distintos espacios que comprende el establecimiento. A continuación, en las Figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9 se observa la asignación y conexión de las PC, puntos de acceso, impresoras, sistema biométrico y teléfonos IP hacia los switch de acceso correspondientes, según las funcionalidades del personal de la institución.

Figura 3. 6 Topología Física Planta Baja



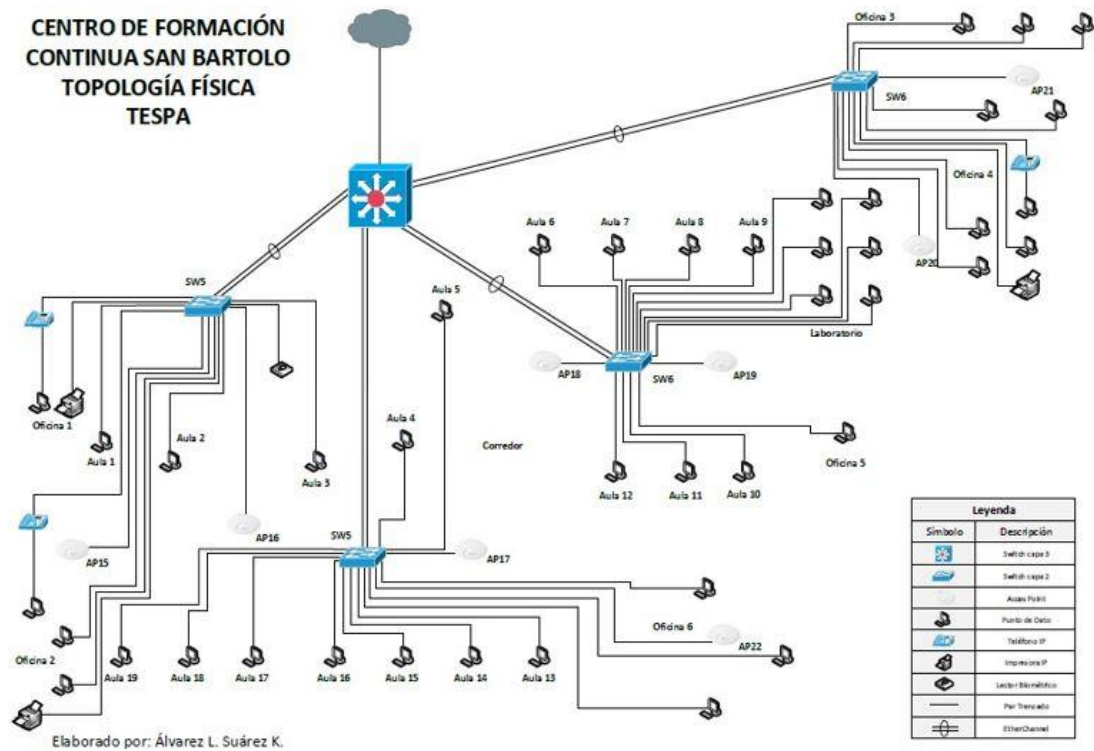
Distribución espacial del equipo de la planta baja del Centro de Formación Continua. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 7 Topología Física Planta Alta



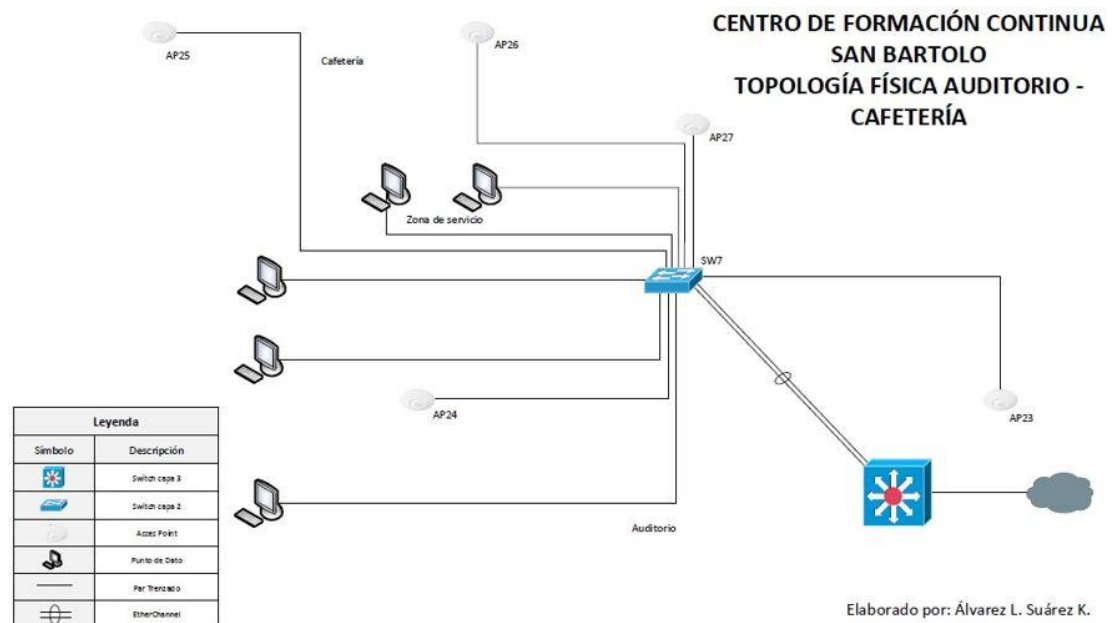
Distribución espacial del equipo de la planta alta del Centro de Formación Continua. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 8 Topología Física TESPA



Distribución espacial del equipo del TESPA del Centro de Formación Continua. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 9 Topología Física Auditorio-Cafetería



Distribución espacial del equipo del Auditorio y Cafetería del Centro de Formación Continua. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.2.3 Diseño de Cableado Estructurado

El diseño del cableado para la red de datos fue realizado en conjunto con la topología física a partir de las prestaciones del lugar, para llegar a una comprensión integral conforme al diseño lógico propuesto. Debido a las dimensiones del Centro San Bartolo, se propone utilizar, un backbone ramificado en dos direcciones; el primero irá desde el cuarto de telecomunicaciones principal hacia el espacio designado para funcionamiento del TESPА y el segundo se dirigirá a la parte del auditorio donde se colocarán armarios secundario aéreos de 13 UR y 6 UR respectivamente; con esto, se evita sobrepasar los 100 metros de distancia máxima que rige el estándar para cableado al momento de montar el enlace. De esta manera, el tendido de cableado horizontal se concentra en tres puntos: el primero (rack principal) brindará conectividad a los espacios de la Planta Baja y Planta Alta; así mismo, el segundo rack centralizará el cableado de las estaciones de trabajo dispuestas para el programa TESPА, y el tercer punto realizará lo propio para los puntos de red dispuestos en el auditorio y la cafetería como se ilustra en la Figura 3.10, consiguiendo, de esta manera, una mejor identificación y gestión del equipo.

Figura 3. 10 Distribución de cableado horizontal del establecimiento



Distribución del cableado horizontal del Centro de Formación Continua. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

La Tabla 3.9 muestra, según los planos del Centro, la cantidad de puntos de datos propuestos que requiere el diseño frente a la demanda de cada área de trabajo. Estos puntos serán dobles o simples según los requerimientos de cada y se recomienda colocarlos en la pared o en los escritorios dependiendo del caso. Al finalizar el diseño físico se proyectan un total de 229 puntos de datos y 27 puntos de acceso, divididos en 88 puntos dobles y 80 puntos simples.

Tabla 3. 9 División de puntos de red para el Centro de Formación Continua

Área de Trabajo	Puntos de red	Puntos de Acceso	Puntos doble totales	Puntos simples totales
Planta Baja	126	8	52	30
Planta Alta	20	6	5	16
TESPA	75	8	27	29
Auditorio-Cafetería	8	5	4	5

División de los puntos de red de acuerdo a los espacios del establecimiento. (Detalle de cada área de trabajo ver Anexo 4). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Para el recorrido del cableado, se propone el montaje del par trenzado categoría 6A sobre escalerillas metálicas flotantes de 150x50 mm y mediante canaleta decorativa de 20x12 mm para llegar a los múltiples hosts. Para ello, se plantea el diseño de la red física con la ubicación de los puntos de red, puntos de acceso y el recorrido del cableado correspondiente para las cuatro zonas del establecimiento como se muestran en las Figuras 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14. Para una mejor comprensión del diseño físico en cada plano se recomienda ver Anexo 5.

Figura 3. 11 Diseño de cableado estructurado de la Planta Baja



Distribución de puntos de red, puntos de acceso y recorrido de cableado para la Planta Baja (Diseño previo ver Anexo 6). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 12 Diseño de cableado estructurado de la Planta Alta



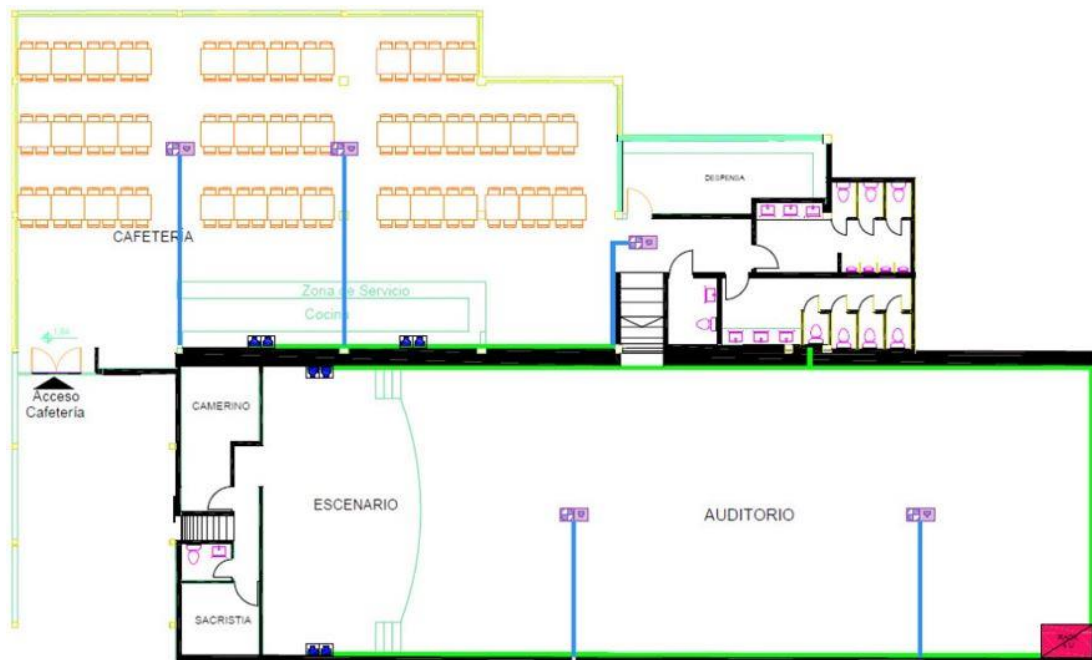
Distribución de puntos de red, puntos de acceso y recorrido de cableado para la Planta Alta (Diseño previo ver Anexo 6). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 13 Diseño de cableado estructurado de Sección TESPA



Distribución de puntos de red, puntos de acceso y recorrido de cableado para la sección TESPA (Diseño previo ver Anexo 6). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 14 Diseño de cableado estructurado del Auditorio



Distribución de puntos de red, puntos de acceso y recorrido de cableado para el Auditorio y Cafetería (Diseño previo ver Anexo 6). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.2.4 Extensión de recorrido de cable

Una vez establecido el recorrido del cableado, se determina la extensión del cable que se necesita para llegar desde el correspondiente armario hacia los distintos puntos definidos para cada área de trabajo, mediante el software AUTOCAD, midiendo cada una de estas distancias.

La Figura 3.15 muestra un ejemplo de la medición de la extensión del cable realizado en el laboratorio de computación de la planta baja, en donde se especifica las cotas del camino a seguir, desde el cuarto de telecomunicaciones hacia cada nodo de red, que servirá como guía para el cálculo de la cantidad de cobre CAT6 en dicha área de trabajo.

Figura 3. 15 Distancias de recorrido de cable del Laboratorio de Computación



Determinación de cotas para el Laboratorio de Computación de Planta Baja. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

En la Tabla 3.10 se muestra el cálculo de la cantidad de metros totales de cable para el laboratorio de computación, el que se toma en cuenta que el rack principal desde el cual se realiza el enlace hacia cada punto del salón de la Figura 3.14, tiene un alto de 2.14 metros y que la altura de cada aula es de 3 metros. Con esto se procede a sumar cada una de las trayectorias que sigue el cable con los metros de subida y bajada para llegar a los *faceplate* correspondientes.

Tabla 3. 10 Ejemplo de Cálculo de la distancia total recorrida para el Laboratorio de Computación

Puntos de Red	Subida de cable desde el Rack [m]	Recorrido [m]	Bajada de cable [m]	Distancia [m]
P1	1,5	d1+d2+d3	2,85	15,58
P2	1,5	d1+d2+d3+d4+d6+d15	3	29,74
P3	1,5	d1+d2+d3+d4+d6+d14	3	28,54
P4	1,5	d1+d2+d3+d4+d6+d13	3	27,33
P5	1,5	d1+d2+d3+d4+d6+d12	3	26,1
P6	1,5	d1+d2+d3+d4+d6+d11	3	25,09

P7	1,5	d1+d2+d3+d4+d7+d15	3	32,03
P8	1,5	d1+d2+d3+d4+d7+d14	3	30,83
P9	1,5	d1+d2+d3+d4+d7+d13	3	29,62
P10	1,5	d1+d2+d3+d4+d8+d5	0	27,79
P11	1,5	d1+d2+d3+d4+d7+d12	3	28,39
P12	1,5	d1+d2+d3+d4+d7+d11	3	27,38
P13	1,5	d1+d2+d3+d4+d9+d15	3	34,38
P14	1,5	d1+d2+d3+d4+d9+d14	3	33,18
P15	1,5	d1+d2+d3+d4+d9+d13	3	31,97
P16	1,5	d1+d2+d3+d4+d9+d12	3	30,74
P17	1,5	d1+d2+d3+d4+d9+d11	3	29,73
P18	1,5	d1+d2+d3+d4+d10	2,85	29,69
TOTAL CABLE LABORATORIO				518,11

Determinación de la distancia total para el Laboratorio desde el rack principal. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

A partir del proceso establecido para calcular la cantidad de cable por aula, en la Tabla 3.11 muestra las distancias totales por espacio y el número total de bobinas de cable que se necesitará para la implementación. El resultado obtenido es de 36 bobinas, con las cuales se cubrirá la totalidad del Centro de Formación Continua

Tabla 3. 11 Recorrido de cable total para cada espacio del predio

Área	Recorrido total [m]	Bobinas de cable [m]
Planta Baja	4009	13,14
Planta Alta	1212	3,97
TESPA	4826	15,82
Auditorio-Cafetería	715	2,34
Cantidad total de cable [m]	10762	35,29

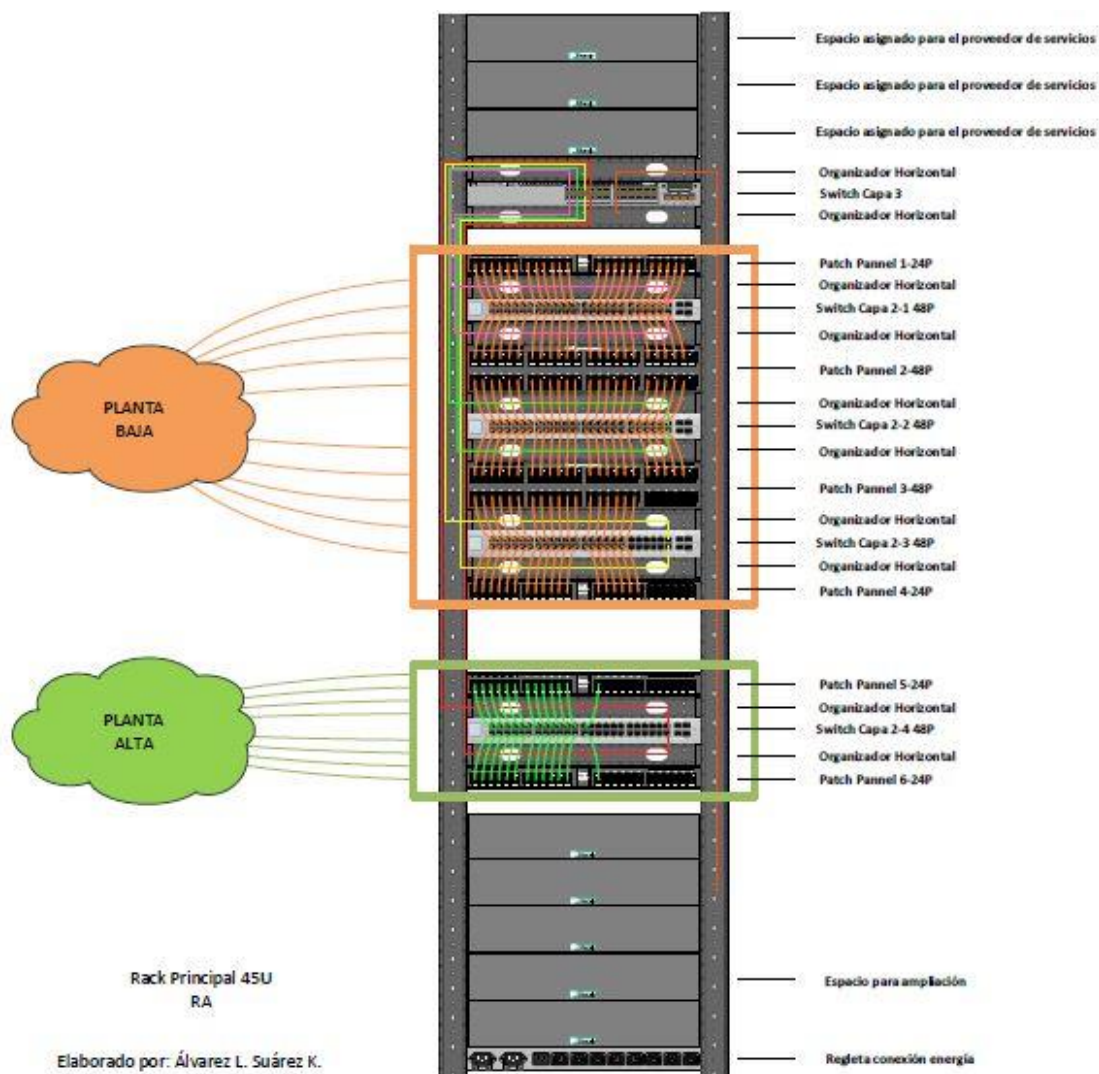
Asignación de la cantidad de cocinas necesarias de cable para el Centro de Formación. (Detalle de cada área de trabajo ver Anexo 7). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.2.5 Distribución del equipo activo

Una vez realizado el diseño de cableado estructurado, se determina la ubicación de los equipos activos para los tres racks del establecimiento. En el rack principal se requiere ubicar 4 distribuidores de acceso para prestar conectividad a las 2 áreas del predio, mientras que en el segundo rack se requieren 2 distribuidores, y un solo distribuidor para el tercer rack. Cada uno de los racks debe disponer de una regleta de alimentación, paneles de parcheo, organizadores verticales y horizontales, como se muestra en las Figuras 3.16, 3.17 y 3.18. De igual forma, se indica la conexión de cableado

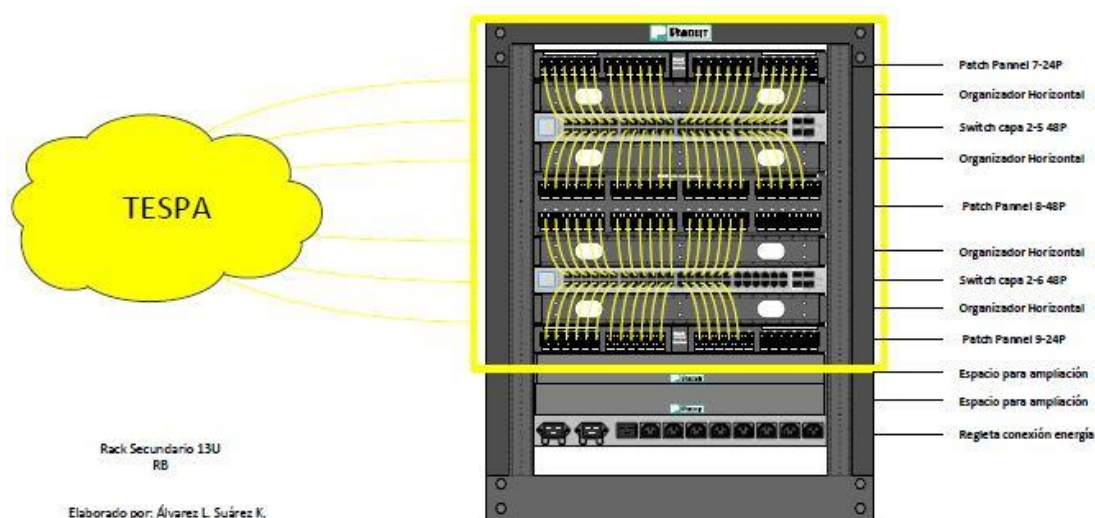
recomendada que se debe seguir dentro del rack hacia cada nodo o punto de acceso correspondiente

Figura 3. 16 Distribución del equipo activo en el rack principal



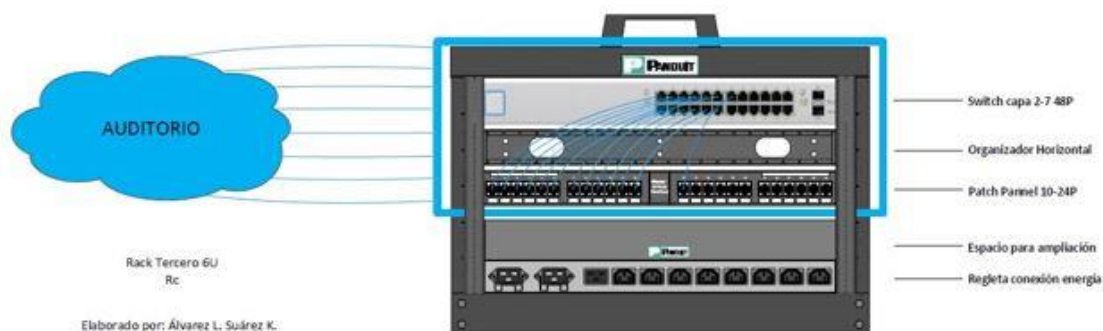
Recomendación de distribución del equipo en el cuarto de telecomunicaciones principal, para mandar el tendido de cobre. (Conexión con segundo y tercer rack, ver Anexo 8). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 17 Distribución del equipo activo en el segundo rack para TESPA



Recomendación de distribución del equipo en el segundo rack, para mandar el tendido de cobre a cada estación de trabajo. (Conexión con rack principal, ver Anexo 8). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 18 Distribución del equipo activo en el tercer rack



Recomendación de distribución del equipo en el tercer rack, para mandar el tendido de cobre a cada estación de trabajo. (Conexión con rack principal, ver Anexo 8). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.2.6 Etiquetado

Anclado al diseño de cableado estructurado, es imprescindible tener identificado cada uno de los elementos (cables de cobre, *faceplate* y paneles de parcheo) que componen la red, facilitando la administración y el futuro mantenimiento. Por lo cual, se propone colocar etiquetas de acuerdo a la nomenclatura presentada en las Tablas 3.12, 3.13 y 3.14

Tabla 3. 12 Identificación del etiquetado para el rack principal

Número de identificación	Área / Equipo1
1	Primera planta E1
2	Segunda planta E2
A	Rack Principal (Cuarto de Telecomunicaciones)
D	Patch panel 1
E	Patch panel 2
F	Patch panel 3
G	Patch panel 4
H	Patch panel 5
I	Patch panel 6
1-48	Número de puerto en el patch panel

Recomendación de los procesos a seguir para el etiquetado para el rack principal. Elaborado por:
Álvarez Luis y Suárez Karen.

Tabla 3. 13 Identificación del etiquetado para el segundo rack

Número de identificación	Área / Equipo1
1	Primera planta E1
B	Rack secundario (TESPA)
K	Patch panel 7
L	Patch panel 8
M	Patch panel 9
1-48	Número de puerto en el patch panel

Recomendación de los procesos a seguir para el etiquetado para el segundo rack. Elaborado por:
Álvarez Luis y Suárez Karen.

Tabla 3. 14 Identificación del etiquetado para el tercer rack

Número de identificación	Área / Equipo1
1	Primera planta E1
C	Rack tercero (Auditorio-Cafetería)
O	Patch panel 10
1-24	Número de puerto en el patch panel

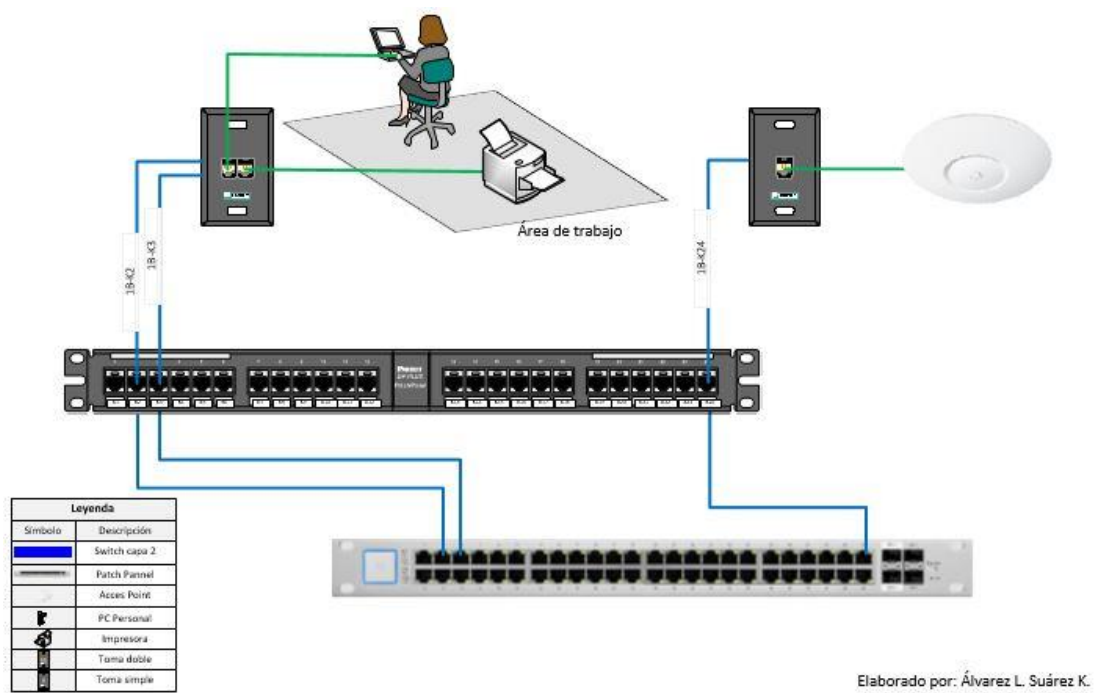
Recomendación de los procesos a seguir para el etiquetado para el tercer rack. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Como ejemplo, en el caso de tener una etiqueta con identificación 1B-K2, se entiende que el cable UTP CAT6 pertenece al primer piso del área del TESP (1) y está conectado al rack secundario (B), del mismo modo, indica que el cable saldrá del *patch*

panel número 7 (K) conexo al puerto 2. Con esto, se leerán de manera similar todas las identificaciones de los componentes de la red.

Para una mejor comprensión de lo mencionado, la Figura 3.19 ilustra de manera ampliada la conexión para 3 puntos de red que partirán del rack secundario, y junto a ello se indica el ejemplo de etiquetado recomendado por el estándar.

Figura 3. 19 Conexión del equipo activo al punto de red con etiquetado



Ejemplo de conexión del equipo activo al punto de red, con su respectivo etiquetado. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

3.3.2.7 Cobertura Inalámbrica

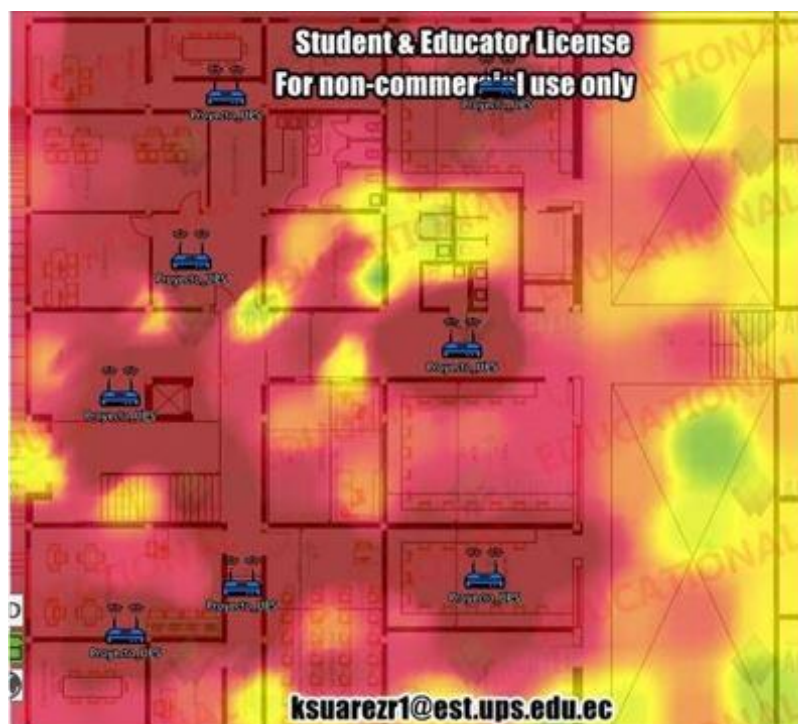
El Centro de Formación Continua, requiere un diseño de red que brinde un nivel alto de cobertura inalámbrica a las instalaciones del predio; para ello, se presenta mapas de calor que muestran el nivel de fuerza y cobertura de la señal de WIFI realizados con el software Acrylic Wi-Fi HeatMaps, con lo cual se guiará la ubicación más óptima y el número de puntos de acceso necesarios para proporcionar una experiencia de comunicación móvil sin interrupciones.

Para presentar los planos finales de cobertura, previamente se hicieron varias encuestas en sitio, para determinar el nivel de señal por cada punto de acceso, tomando como

referencia un AP de uso doméstico; de esta manera, se define el lugar más adecuado en el que serán colocados los puntos de acceso. Al finalizar este estudio se concluye que hacen falta un total de 27 dispositivos, de los cuales 8 se ubicarán en la planta baja, 6 en la planta alta, 8 en el área del TESP y 5 para los espacios del Auditorio y Cafetería. Las Figuras 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23 indican la cobertura inalámbrica para cada espacio y la respectiva ubicación de los puntos de acceso, lo cual se ve reflejado en el diseño lógico y de cableado establecidos anteriormente.

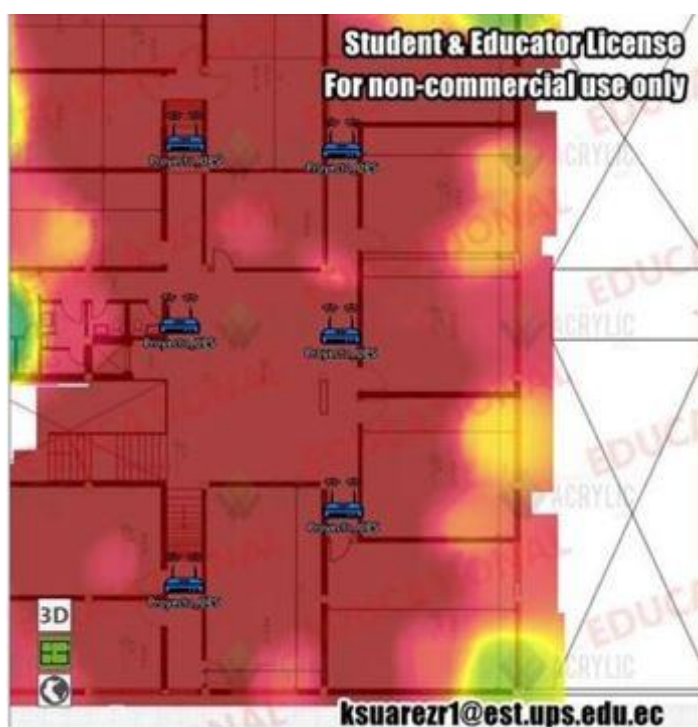
En los cuatro Site Survey realizados, se observa como predomina el color rojo teniendo una tonalidad más oscura alrededor de cada punto de acceso lo que indica una intensidad de señal muy fuerte (mayor a -40 dBm). De igual forma, se puede ver como la cobertura de señal a medida que pierde fuerza se torna de color naranja o amarillo, que indican niveles de señal media-alta (entre -45 y -50 dBm) y en ciertas zonas se nota la presencia de colores que van de verde a celeste correspondientes a señales medias o medias-bajas (entre -55 a -60). Conforme a esto, se asegura que el nivel de señal WIFI en cada rincón de los cuatro espacios, será adecuado para brindar una experiencia al usuario de conectividad móvil sin intermitencias.

Figura 3. 20 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica de la Planta Baja



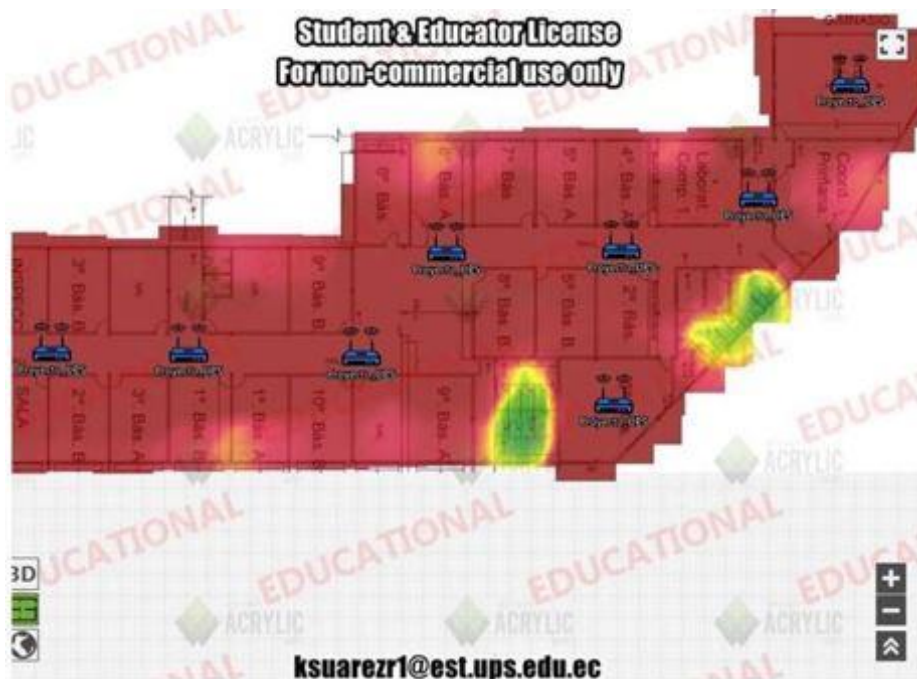
Plano final de la Planta Baja con cobertura inalámbrica y ubicación de los puntos de acceso. (Medida de cobertura con un AP, ver Anexo 9). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 21 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica de la Planta Alta



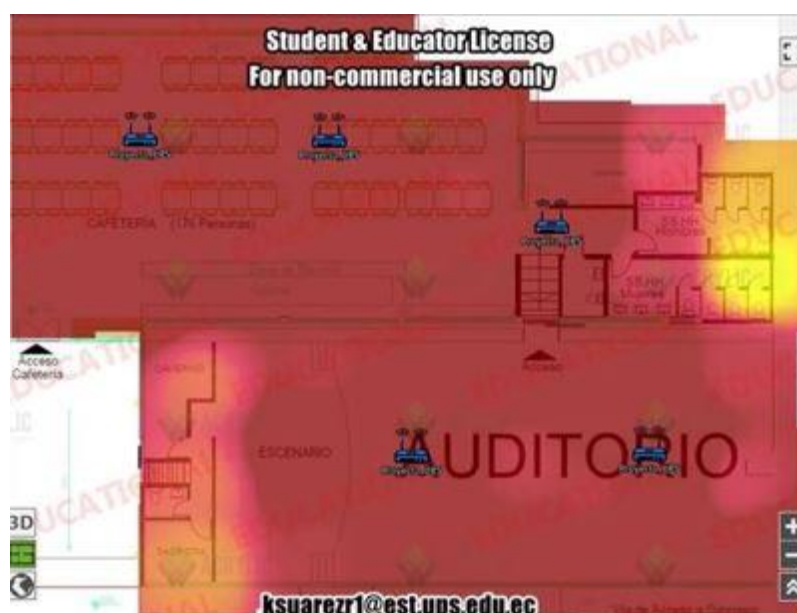
Plano final de la Planta Alta con cobertura inalámbrica y ubicación de los puntos de acceso. (Medida de cobertura con un AP, ver Anexo 9). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 22 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica del TESP



Plano final de la Sección TESP con cobertura inalámbrica y ubicación de los puntos de acceso. (Medida de cobertura con un AP, ver Anexo 9). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

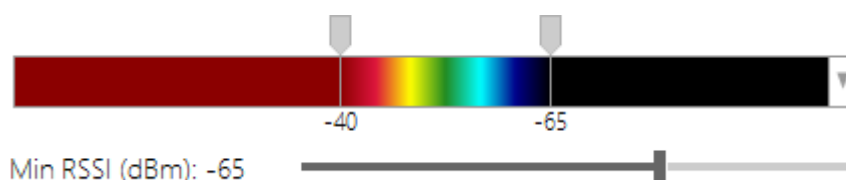
Figura 3. 23 Mapa de calor de Cobertura Inalámbrica del Auditorio-Cafetería



Plano final del Auditorio-Cafetería con cobertura inalámbrica y ubicación de los puntos de acceso. (Medida de cobertura con un AP, ver Anexo 9). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Los mapas expuestos se encuentran establecidos de acuerdo a la Figura 3. 24, con un nivel de cobertura máxima de -40dBm y mínima -65dBm, para garantizar la estabilidad de la comunicación inalámbrica.

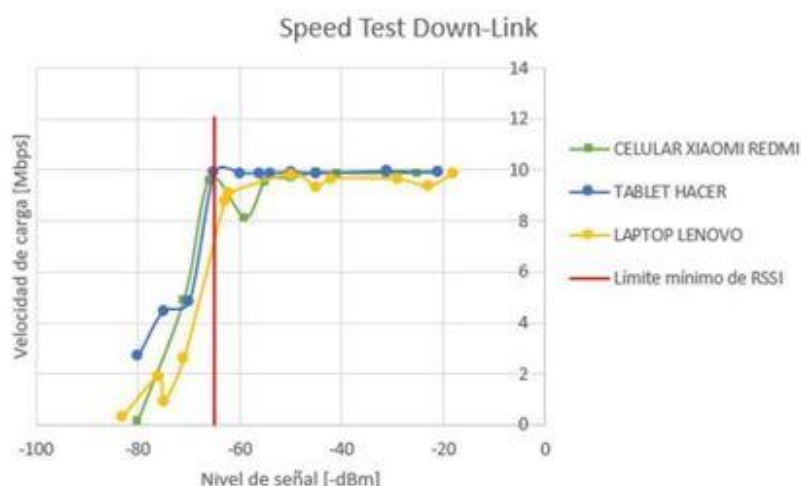
Figura 3. 24 Nivel de señal mínimo y máximo



Rango de señal establecido para efectuar comunicación entre usuarios. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

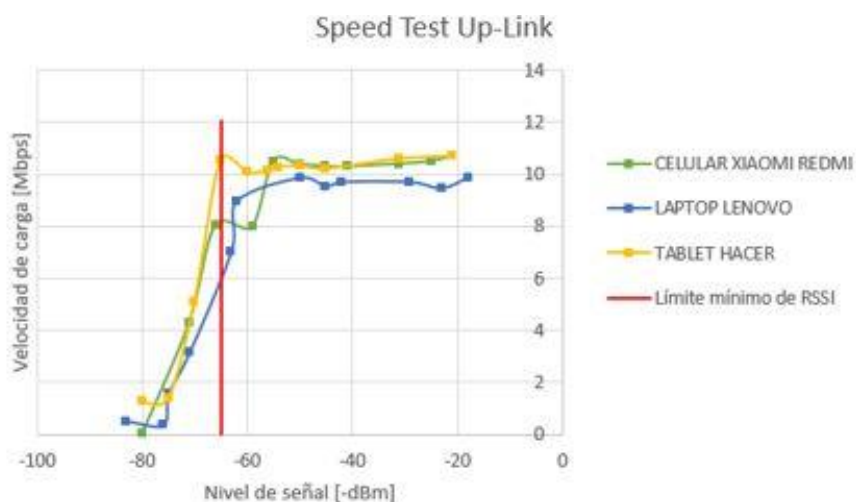
Para corroborar lo anterior, se realizan pruebas de velocidad usando 3 dispositivos finales (Laptop Lenovo, Tablet Hacer y un móvil Xiaomi); en las cuales, se utilizó el software WIFI Analyzer para observar el nivel de señal inalámbrica en dBm en que se encuentra el dispositivo; y se verifica la velocidad en Mbps a la que se conectan los mismos, tanto en DownLink como en UpLink recolectando varios valores (ver Anexo 10) y así, determinar el comportamiento entre las dos variables de manera gráfica como se indica en las Figuras 3.25 y 3.26, donde se comparan los datos de los 3 dispositivos.

Figura 3. 25 Gráfico comparativo en DownLink para 3 dispositivos



Velocidad de subida de acuerdo al nivel de señal para 3 equipos finales. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 3. 26 Gráfico comparativo en UpLink para 3 dispositivos



Velocidad de descarga de acuerdo al nivel de señal para 3 equipos finales. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Como se observa en las Figuras anteriores, las pruebas realizadas a los dispositivos concluyen, que al tener un nivel de señal menor a -65 dBm, las velocidades de carga y descarga son inestables, tendiendo a 0 Mbps; por lo que, se demuestra de manera práctica que es importante mantener un nivel de cobertura mayor a -60 dBm para que la red inalámbrica diseñada esté en la facultad de servir como una herramienta eficaz para mejorar el desempeño de las actividades académicas en el Centro. Esto, ratifica que el número de puntos de acceso y la ubicación de los mismos fueron optimizados ya que en el estudio realizado se obtuvo niveles de señal mayores a -60 dBm.

CAPITULO 4

SIMULACIÓN DE LA RED DE CAMPUS Y ANÁLISIS DE COSTOS

Habiendo analizado a detalle el proceso de diseño, se procede a realizar la simulación de configuración de los equipos activos que conforman la red de campus, junto con la simulación, donde se analiza varios factores importantes para determinar el tráfico de la red. Adicional, se expone un análisis de la factibilidad económica que tendría el diseño de la red propuesto.

4.1 Configuración de los Equipos

Para el dispositivo de capa 3 seleccionado CISCO Catalyst 3850, se sugiere las configuraciones definidas en las Figuras de la 4.1 a la 4.5. Adicionalmente, se indican los comandos de configuración EtherChannel para dos grupos; para el resto, se debe aplicar una configuración similar, variando el grupo con sus correspondientes interfaces.

Figura 4. 1 Asignación de VLAN y direccionamiento

```
L3Proyecto(config)#int vlan 10
L3Proyecto(config-if)#ip add 172.16.16.1 255.255.240.0
L3Proyecto(config-if)#ipv6 add 2000:16:62:110::1/64
L3Proyecto(config-if)#ipv6 enable
L3Proyecto(config-if)#exit
L3Proyecto(config)#int vlan 20
L3Proyecto(config-if)#ip add 172.16.32.1 255.255.240.0
L3Proyecto(config-if)#ipv6 add 2000:16:62:120::1/64
L3Proyecto(config-if)#ipv6 enable
L3Proyecto(config-if)#exit
L3Proyecto(config)#int vlan 30
L3Proyecto(config-if)#ip add 172.16.48.1 255.255.240.0
L3Proyecto(config-if)#ipv6 add 2000:16:62:130::1/64
L3Proyecto(config-if)#ipv6 enable
L3Proyecto(config-if)#exit
L3Proyecto(config)#int vlan 40
L3Proyecto(config-if)#ip add 172.16.64.1 255.255.240.0
L3Proyecto(config-if)#ipv6 add 2000:16:62:140::1/64
L3Proyecto(config-if)#ipv6 enable
L3Proyecto(config-if)#exit
```

Configuración de direcciones IPv4 e IPv6 por cada subred. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 4. 2 Comandos DHCP

```
L3Proyecto(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.16.1
172.16.33.255
L3Proyecto(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.32.1
172.16.39.255
L3Proyecto(config)#ip dhcp pool ADMINDOC
L3Proyecto(dhcp-config)#network 172.16.16.0 255.255.240.0
L3Proyecto(dhcp-config)#default-router 172.16.16.1
L3Proyecto(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
L3Proyecto(dhcp-config)#exit
L3Proyecto(config)#ip dhcp pool ESTUDIANTES
L3Proyecto(dhcp-config)#network 172.16.32.0 255.255.240.0
L3Proyecto(dhcp-config)#default-router 172.16.32.1
L3Proyecto(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
L3Proyecto(dhcp-config)#exit
```

Configuración de los comandos DHCP, con exclusión de direcciones para la red cableada. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 4. 3 Comandos Listas de Acceso

```
L3Proyecto(config)#ip access-list exte ACCESO
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.16.0 0.0.15.255 any eq 80
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.16.0 0.0.15.255 any eq 443
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.16.0 0.0.15.255 any eq 68
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.16.0 0.0.15.255 any eq 53
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.32.0 0.0.15.255 any eq 80
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.32.0 0.0.15.255 any eq 443
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.32.0 0.0.15.255 any eq 68
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.32.0 0.0.15.255 any eq 53
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.48.0 0.0.15.255 any eq 80
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.48.0 0.0.15.255 any eq 443
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.48.0 0.0.15.255 any eq 68
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.48.0 0.0.15.255 any eq 53
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.64.0 0.0.15.255 any eq 80
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.64.0 0.0.15.255 any eq 443
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.64.0 0.0.15.255 any eq 68
L3Proyecto(config-ext-nacl)#permit tcp 172.16.64.0 0.0.15.255 any eq 53
L3Proyecto(config-ext-nacl)#exit
L3Proyecto(config)#ipv6 access-list ACCESOv6
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0110::0/64 any eq 80
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0110::0/64 any eq 443
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0110::0/64 any eq 68
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0110::0/64 any eq 53
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0120::0/64 any eq 80
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0120::0/64 any eq 443
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0120::0/64 any eq 68
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0120::0/64 any eq 53
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0130::0/64 any eq 80
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0130::0/64 any eq 443
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0130::0/64 any eq 68
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0130::0/64 any eq 53
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0140::0/64 any eq 80
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0140::0/64 any eq 443
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0140::0/64 any eq 68
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#permit tcp 2000::16:42:0140::0/64 any eq 53
L3Proyecto(config-ipv6-acl)#exit
```

Configuración de seguridad de la red, permitiendo el acceso a servicios básicos de navegación. (Guía de elaboración de listas de acceso IPv4 e IPv6, ver Anexo 11). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 4. 4 Comandos DHCP v6

```
L3Proyecto(config)#ipv6 unicast-routing
L3Proyecto(config)#ipv6 dhcp pool IPv6-SB
L3Proyecto(config-dhcpv6)#dns-server 2001:4860:4860::8888
L3Proyecto(config-dhcpv6)#domain-name ups.edu.ec
```

Configuración para la asignación de direcciones dinámicas. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Figura 4. 5 EtherChannel

```
L3Proyecto(config)#int port-channel 1
L3Proyecto(config-if)#switchport mode trunk
Command rejected: An interface whose trunk encapsulation is
"Auto" can not be configured to "trunk" mode.
L3Proyecto(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20,30,40
L3Proyecto(config-if)#exit
L3Proyecto(config)#int rang f0/1-2
L3Proyecto(config-if-range)#channel-group 1 mode auto
L3Proyecto(config-if-range)#exit
L3Proyecto(config)#int port-channel 2
L3Proyecto(config-if)#switchport mode trunk
Command rejected: An interface whose trunk encapsulation is
"Auto" can not be configured to "trunk" mode.
L3Proyecto(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20,30,40
L3Proyecto(config-if)#exit
L3Proyecto(config)#int rang f0/3-4
L3Proyecto(config-if-range)#channel-group 2 mode auto
```

Ejemplo de configuración de tecnología EtherChannel. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Como se mencionó, la configuración de los switches US-24 y US-48 de Ubiquiti está basada en software. Mediante la interfaz del programa se establece la funcionalidad de los puertos, y la creación de las VLAN de acuerdo a las subredes mencionadas en la Tabla 3.1. Por tanto, la Tabla 4.1 presenta la disposición de cada uno de los puertos de la planta baja del Centro de Formación Continua.

Tabla 4. 1 Asignación de puertos de los switch planta baja

	Puertos de Acceso VLAN 10	Puertos de Acceso VLAN 20	Puertos Troncalizados
SW1	F0/2-43		F0/1 F0/47-48 F0/44-46
SW2		F0/1-15	F0/47-48 F0/42-43
SW3	F0/33-42	F0/1-32	F0/47-48 F0/43-45

Ejemplo de asignación de puertos de acceso y troncales de acuerdo a las VLAN. Elaborado por:

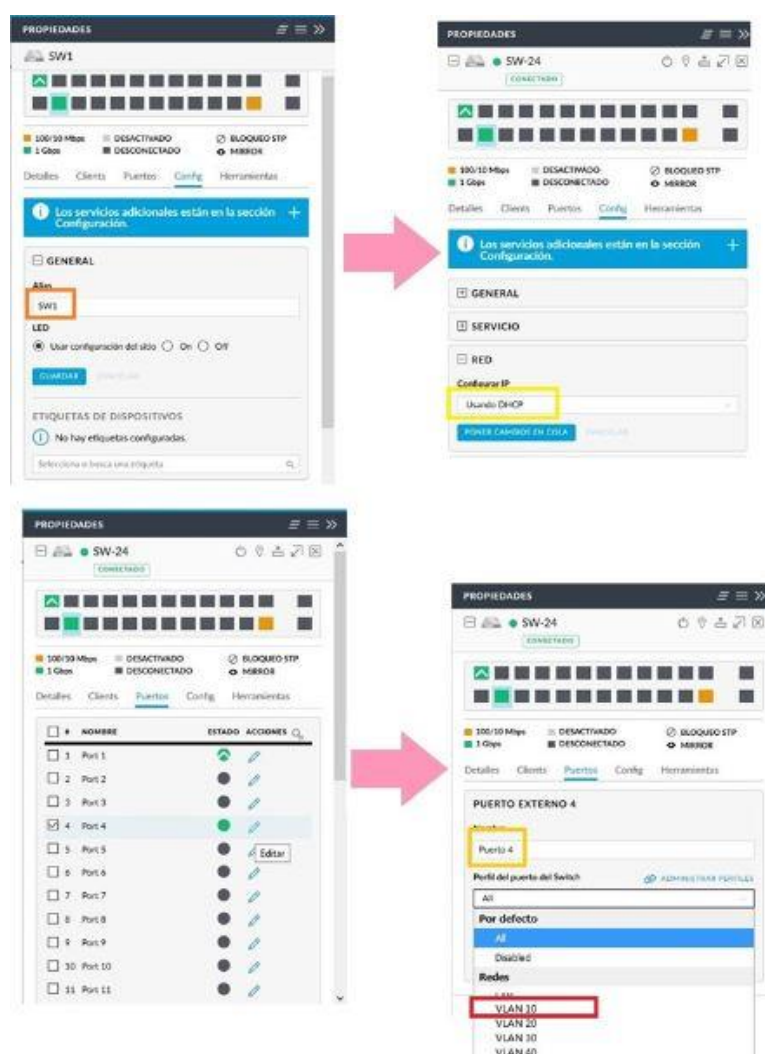
Álvarez Luis y Suárez Karen.

Los datos de la Tabla 4.1 son interpretados en la interfaz gráfica de Ubnt para conocer la distribución por VLAN de los puertos del Switch 1. Una vez que, el administrador de la red tenga acceso al software, seleccionará el dispositivo a gestionar, en este caso, el SW1, desplegando varias opciones para su configuración expuestas posteriormente.

En la Figura 4.6, se proponen varios parámetros de configuración que deberían ser establecidos, asignando un nombre al switch (SW1) y al puerto (Puerto 4), el mismo,

que debe ser configurado como puerto de acceso para la VLAN 10 previamente creada (ver Anexo 12. En la imagen se despliegan varios perfiles de puerto: all, disabled, VLAN 10, VLAN 20, VLAN 30, y VLAN 40, para este ejemplo se selecciona la VLAN 10, tomando en cuenta que la opción all es utilizada cuando el puerto debe ser establecido como troncal, como es el caso de los puertos 47 y 48 del SW1. Además, la interfaz permite modificar el valor de prioridad STP y seleccionar la configuración IP, ya sea, estático o DHCP. Cabe resaltar, que se puede llegar a configurar otras opciones que el gestor de la red necesite, como control de tormentas, velocidad del enlace, limitaciones de velocidad, activación de protocolo LLDP MED, entre otros. El software Ubnt muestra la situación en tiempo real de la red de manera gráfica muy sencilla.

Figura 4. 6 Configuración Switch

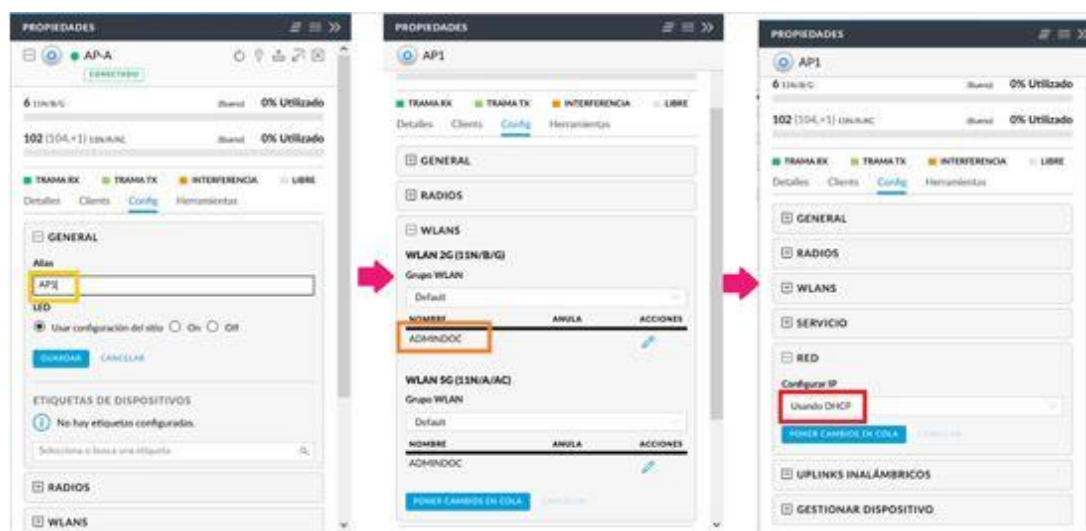


Configuración de parámetros al distribuidor de capa 2. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

En concordancia con el punto 3.3.1.3, se establece la configuración para los equipos UAP-AC Pro de manera similar a lo descrito para los conmutadores de capa 2, como se muestra en la Figura 4.7, configurando, el nombre del dispositivo, los canales inalámbricos de transmisión, WLAN, entre otros parámetros.

Dentro de la configuración de la WLAN se escoge el grupo, previamente creado con los SSID, seguridades y VLAN correspondientes (ver Anexo 13), al cual pertenece el punto de acceso que está siendo administrado.

Figura 4. 7 Configuración Punto de Acceso



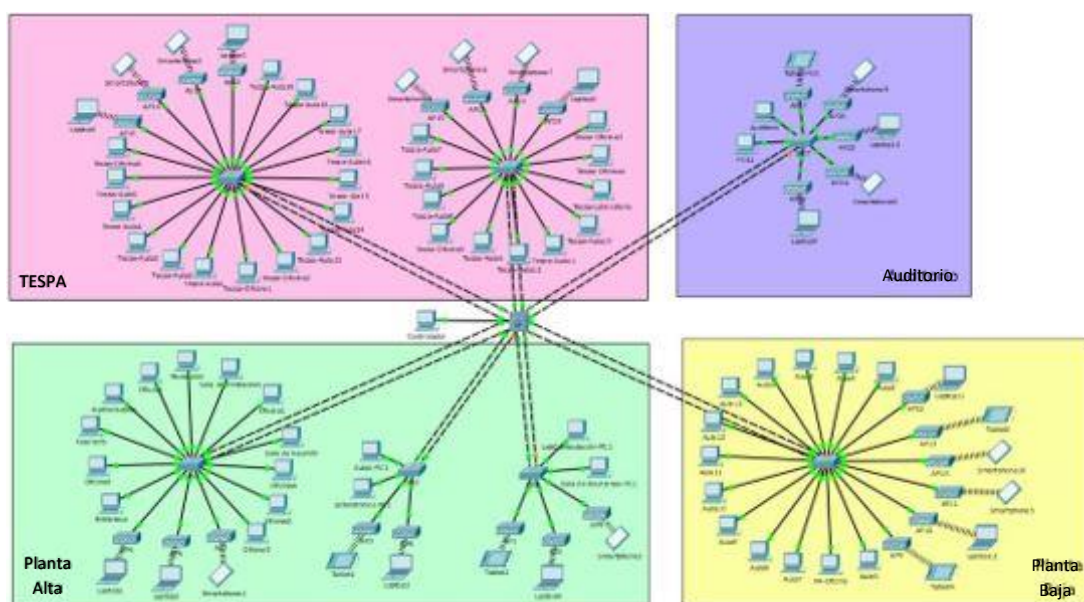
Configuración de parámetros al punto de acceso. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

4.2 Simulación

4.2.1 Simulación de red en Software Packet Tracer

Una vez que se ha establecido los equipos con su ubicación y configuración dentro del Centro, se realiza una topología del diseño propuesto en el software Packet Tracer como se observa en la Figura 4.8; ya que, gracias a las herramientas que brinda el simulador se puede visualizar el comportamiento de la red, en cuanto a conectividad y ubicación de los dispositivos.

Figura 4. 8 Topología alámbrica e inalámbrica del Centro de Formación



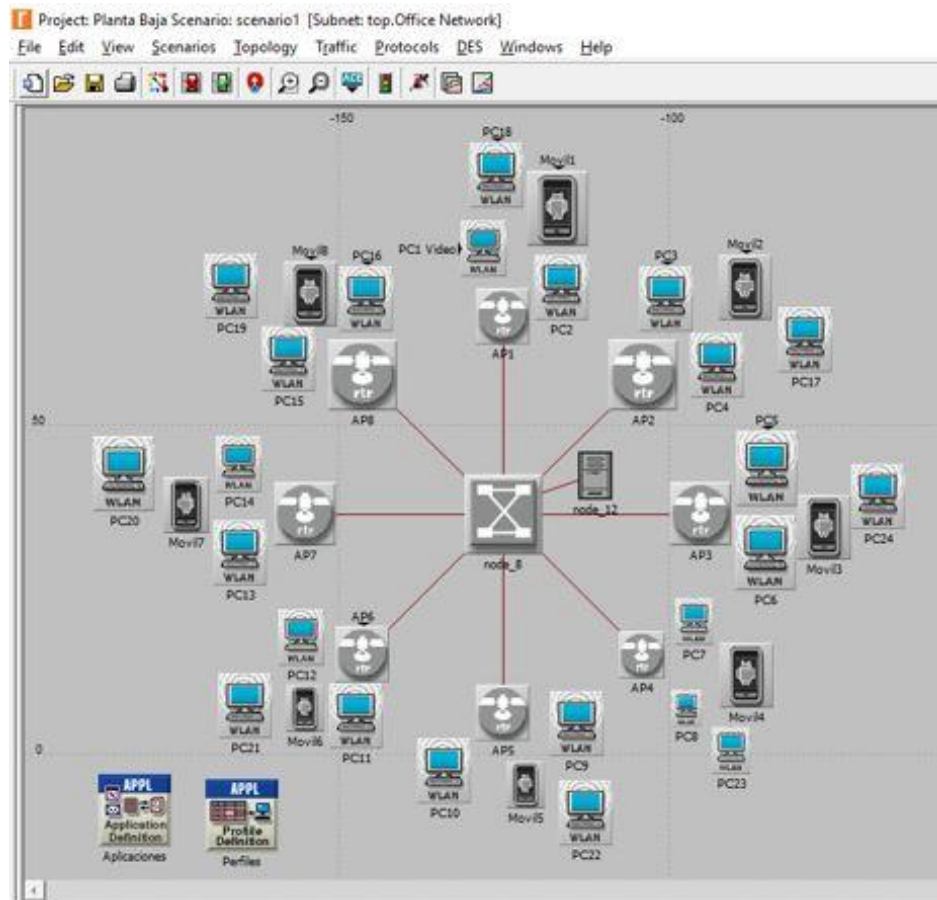
Simulación de conectividad de la red, se incluye un dispositivo por cada área de trabajo. (Presentación de resultados, ver Anexo 14). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

4.2.2 Simulación del Desempeño de la Red Wireless en Software Riverbed Modeler

Con el fin de conocer si la red inalámbrica diseñada soporta los requerimientos establecidos en este proyecto, se realiza una simulación usando el software Riverbed Modeler, en el que se bosqueja el comportamiento del tráfico dentro de la misma, para garantizar, que, durante su implementación, no se presenten inconvenientes.

La Figura 4.9 indica la topología inalámbrica de la planta baja, donde, se visualizan los 8 puntos de acceso, cada uno, con varios dispositivos portátiles capaces de acceder a aplicaciones de datos y video, tales como: transferencia, correo electrónico, navegación, video conferencia, entre otros. Cabe señalar que únicamente se prueba con cierto número de equipos por las limitaciones que presenta la versión académica de este programa.

Figura 4. 9 Topología implementada mediante el software Riverbed Modeler



Disposición de equipos finales inalámbricos conectados a 8 puntos de acceso, (configuración previa de cada dispositivo, ver anexo 15). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen..

El software tiene la facultad de presentar distintas gráficas, permitiendo observar de manera general el desempeño de la red, y a su vez, obtener datos de cada uno de los nodos conforme a los servicios configurados previamente. Por tanto, las Figuras 4.10, 4.11, y 4.12, señalan los resultados gráficos obtenidos de la simulación, presentado el tráfico enviado y recibido por cada aplicación, el retardo y la tasa de transferencia a la que viaja la información.

Figura 4. 10 Retardo y Throughput general de la red inalámbrica

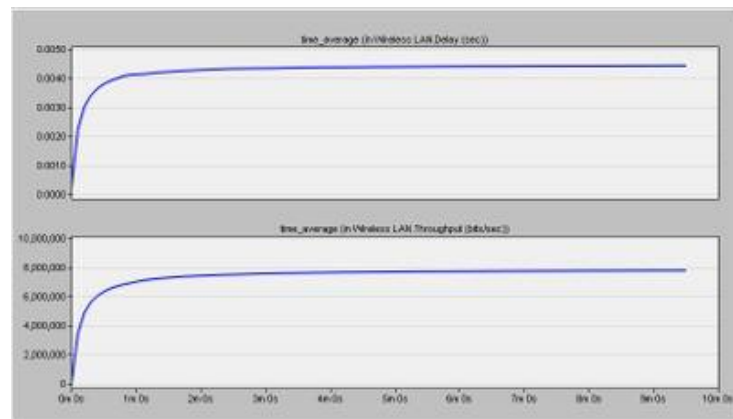


Gráfico del retardo en segundos y el Throughput en bits/s de la red inalámbrica. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen..

Respecto al desempeño de la red inalámbrica, la Figura 4.10 presenta el retardo y la tasa de rendimiento. En la primera parte de la gráfica, se observa un retardo promedio de 0.0044 segundos, que resulta bastante aceptable para establecer la comunicación, independientemente del tipo de aplicación implementada; ya que, de acuerdo a la ITU G114, se establece que un *delay* menor a 400 ms no afectaría en el desempeño de la red. Para la segunda parte se observa que el rendimiento de la red se mantiene en un promedio de 8Mbps, lo que representa un consumo de ancho de banda conveniente.

Figura 4. 11 Comparación del Throughput entre 2 PC

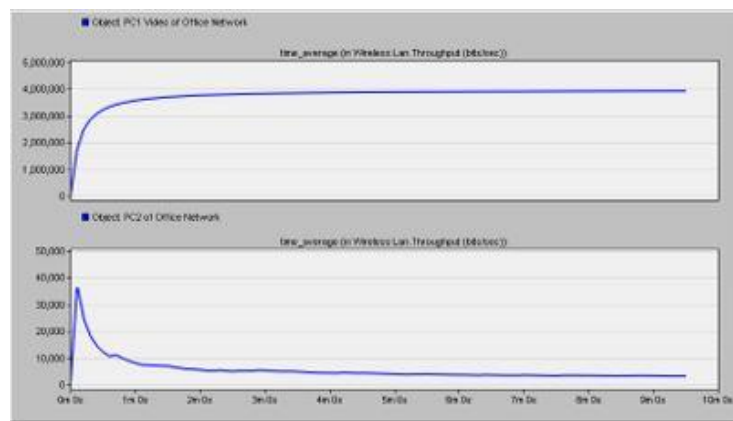


Gráfico de comparación de la tasa de transferencia entre una PC configurada con Video Transferencia y otra PC con datos. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

La Figura 4.11 expresa la gráfica obtenida de comparación de dos PC inalámbricas, con diferente aplicación (video y datos), y se observa que el rendimiento para la PC con video se encuentra en 4Mbps mientras que para la PC con datos el Throughput se

estabiliza en 10Kbps. Esto demuestra, como una máquina con aplicación de video utiliza 400 veces más ancho de banda que una computadora que maneja únicamente servicios de datos; lo que connota como afectaría en el rendimiento de la red en caso del uso múltiple del servicio de video conferencia por distintas PCs al mismo tiempo; por lo que, es necesario, en primera instancia asegurar una buena cobertura inalámbrica y posteriormente cerciorarse que la tecnología empleada sea capaz de soportar altas tasas de transmisión.

Figura 4. 12 Comparación del Delay entre 2 nodos

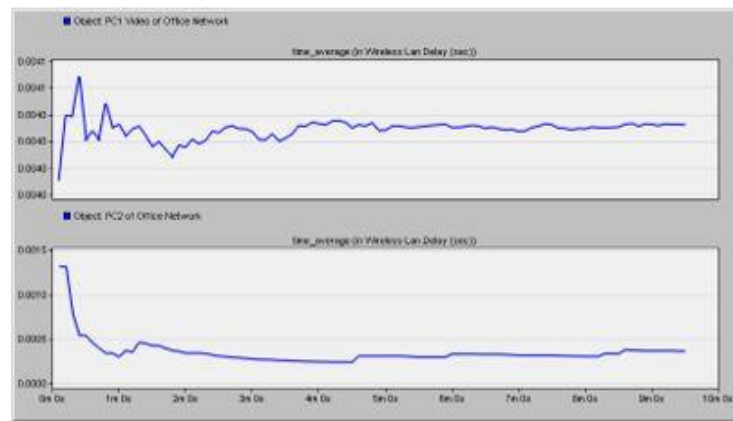


Gráfico de comparación del retardo entre una PC configurada con Video Transferencia y otra PC con datos. Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

La Figura 4.12 muestra la gráfica obtenida de comparación de dos PC inalámbricas, con diferente aplicación (video y datos), y se observa que el retardo para la PC con video se encuentra en 0.0040 segundos mientras que para la PC con datos se estabiliza en 0.0003 segundos. Del mismo modo que el análisis anterior, el servicio de video, al manejar más cantidad de recursos, genera un retardo mayor en comparación al *delay* producido por el tráfico de datos.

Adicional a las simulaciones indicadas, se realizó una evaluación del tráfico enviado y recibido con las aplicaciones FTP, HTTP y video conferencia, y una comparación del comportamiento del rendimiento y retardo entre un computador portátil y un teléfono móvil (ver Anexo 16).

4.3 Análisis de Costos del Diseño

4.3.1 Inversión

De acuerdo al diseño realizado para el trabajo propuesto, se llega a estimar un presupuesto aproximado del equipo y material para la implementación del mismo, mediante cotizaciones solicitadas a proveedores (ver Anexo 17); donde, el costo total aproximado tomando en cuenta \$6000 de la mano de obra, sería de \$40,013 para el total de puntos de red definidos en esta propuesta.

4.3.2 Análisis de Ingresos

El análisis de ingresos que relaciona estrictamente al proyecto, conlleva el ahorro que se puede generar con la futura implementación del diseño y los beneficios para los usuarios de la red, en cuanto a las labores administrativas para el personal y las actividades académicas para estudiantes.

4.3.2.1 Beneficios directos e indirectos

Debido a la flexibilidad del diseño de red y suponiendo que, por motivos de cambio de funcionalidad a determinada área de trabajo, exista un aumento o reducción de puntos de datos, se garantiza un ahorro en lo que refiere a modificaciones de infraestructura civil implicando todos los materiales necesarios y la mano de obra; por lo cual, se establece el ingreso que se generaría estimando que se realicen dos adecuaciones al establecimiento por año.

Además, se plantea la posibilidad que el estudiante reciba sus clases en los nuevos laboratorios del centro, accediendo a manuales virtuales, en lo que, el ahorro se ve reflejado en la adquisición y distribución de manuales físicos por cada estudiante.

En cuanto al desempeño de cada trabajador, el beneficio económico que conllevará, se ancla a los lineamientos de agilizar los procesos de matriculación, la actualización de datos, y la generación e intercambio de reportes y/o notas; constituyendo una reducción de tiempo, que podría ser utilizado para ejercer un mayor porcentaje de actividades en la jornada laboral.

Otro punto a cuantificar como ingreso sería el aumento en el salario de los jóvenes capacitados que llegan a acceder al mercado laboral, asumiendo un aumento del 10% en el salario básico del 37% de los estudiantes beneficiarios de las capacitaciones técnicas y artesanales.

4.3.2.2 Gastos Operativos

Para determinar los egresos que tendría el Centro de Formación Continua San Bartolo, se cuantifica la contratación de un proveedor de servicios de Internet (CNT) de 100 Mbps; y a su vez, se toma en cuenta el costo que implica el monitoreo y mantenimiento de la red.

4.3.3 Periodo de recuperación de la inversión

Una vez definido los ingresos y egresos que generaría el proyecto se puede determinar el flujo de efectivo determinando que la inversión sería recuperada en un período de 2 años. La Tabla 4.2 indica el flujo de efectivo considerando una depreciación anual de \$4000.

Tabla 4. 2 Flujo de Efectivo Neto

Periodo	0	1	2	3	4	5
Ingresos		39718	39718	39718	39718	39718
Gastos operativos		9976	9976	9976	9976	9976
Depreciación		4000	4000	4000	4000	4000
Utilidad		25742	25742	25742	25742	25742
Inversión	-40013					
Flujo de efectivo neto	-40013	-14271	11471	37213	62955	88697

Determinación de periodo de recuperación (detalle de ingresos y egresos, ver Anexo 18). Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

4.3.4 Análisis de Costo-Beneficio

El estudio de la viabilidad económica concluye con el análisis del índice neto de rentabilidad sujeto a una tasa de interés anual de 11,31% referido al Banco Central del Ecuador.

$$Costo_Beneficio = \frac{Beneficio}{Inversión} \quad Ec. (4.1)$$

$$Beneficio = \sum_{i=1}^n \frac{flujo}{(1 + interes)^i} \quad Ec. (4.2)$$

Considerando que:

$$flujo = ingresos = \$39718$$

$$interes = tasa pasiva + riesgo país - deflación \quad Ec. (4.3)$$

$$interes = 5,25\% + 6,25\% - 0,19\% = 11,31\%$$

$$i: \text{número de periodos} = 10$$

Entonces:

$$Beneficio = \sum_{i=1}^{10} \frac{\$39718}{(1 + 0,1131)^i} = \$230898,85$$

Por tanto:

$$Costo_Beneficio = \frac{\$230898,85}{\$40013} = 5,77$$

El valor obtenido de la relación costo-beneficio de 5,77, al ser mayor a la unidad indica que el proyecto es económicamente viable.

CONCLUSIONES

El Diseño de Red de Campus del Centro San Bartolo se basa en una arquitectura empresarial que asegura altos niveles de escalabilidad, gracias a las buenas prácticas de cableado estructurado aplicadas; así como, a las prestaciones de disponibilidad y tolerancia a fallos definidos mediante Grupos de Agregación de Enlaces (LAG) y al uso de fuentes redundantes en el equipo activo principal.

Considerando la distribución física del Centro y la ubicación de cada área de trabajo, se definió un diseño de cableado estructurado óptimo, que establece la mejor ruta, que debe seguir el cable, desde los equipos activos de red hacia los distintos dispositivos finales, determinando un total de 10762 metros de cable para cubrir las necesidades tecnológicas de comunicación LAN del Centro.

El diseño de la red inalámbrica se basó en una Encuesta Técnica de Sitio (TSS) y permitió determinar la cantidad de puntos de acceso y la ubicación más adecuada de los mismos, asegurando una amplia cobertura WIFI que brindará al usuario, una experiencia de conectividad móvil idónea para la navegación en Internet y el uso de servicios con alta demanda de recursos.

Con la simulación realizada se puede apreciar que el diseño propuesto permitirá un comportamiento adecuado de la red, el cual se sustenta en una óptima configuración de los equipos orientada a prever un escenario convergente y que soporte una alta demanda de los distintos servicios tecnológicos que el establecimiento debe asegurar a sus usuarios.

Mediante el análisis de costos del proyecto, se establece que la propuesta de diseño es económicamente viable y rentable para la implementación, recuperando el valor de inversión en 2 años teniendo un índice neto de rentabilidad favorable.

RECOMENDACIONES

Sería recomendable considerar la implementación de un sistema de seguridad perimetral para identificar posibles ataques, filtrar y bloquear el tráfico indeseado, aplicando conceptos de *firewalls*, portales cautivos, antivirus, y/o anti spams.

Considerando que el diseño propuesto se basa en la segmentación de la Red por VLAN, sería importante incorporar una solución de Telefonía IP, la cual permita la integración del tráfico de voz con el de datos por un mismo medio físico, aplicando criterios de calidad de servicio (QoS) para priorizar el tráfico de acuerdo a las necesidades del establecimiento.

Para complementar el diseño de la red de campus del Centro de Formación, será necesario establecer la red de frontera con la finalidad de brindar intercomunicación al establecimiento con lo demás Programas del Proyecto Don Rúa, o, de ser necesario, con la propia Universidad Politécnica Salesiana, permitiendo compartir información a través de distintas aplicaciones, como por ejemplo video conferencia, correo electrónico, entre otras.

Se debe tomar en cuenta, que el Centro de Formación también requerirá de un Centro de Datos adecuado, siguiendo las especificaciones de estándares que estén acorde a las prestaciones del diseño, para abordar los requisitos y alcances de la infraestructura tecnológica propuesta; considerando a su vez, la capacidad necesaria de los servidores que serán implementados para procesar y manejar los servicios informáticos que se presenten en el predio.

BIBLIOGRAFÍA

- Barnett, D., Groth, D., & McBee, J. (2013). *Cabling: The Complete Guide to Network Wiring*. San Francisco: SYBEX Inc.
- Benvenuto, N., & Zorzi, M. (2013). *Principles of Communications Networks and Systems*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Chandrashekhar, P., Rangaswamy, S., & Srigiri, A. (2014). Plan Design Implement Framework Tool for NCE. *International Journal of Innovative Technology and Creative Engineering* , 6.
- CISCO. (2014). *Campus Wired LAN* . San Jose, CA: CISCO System, Inc. .
- CISCO. (2017). *Wireless LAN Design Guide for high-density client environments in higher education* . San Jose, CA: CISCO System, Inc.
- CISCO. (2018). *Campus LAN and Wireless LAN Design Guide*. San Jose, CA: CISCO System, Inc.
- CISCO SBA. (Febrero de 2013). *SBA Archives*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/solutions/SBA/February2013/CISCO_SBA_BN_IPv6AddressingGuide-Feb2013.pdf
- Donabue, G. (2013). *Network Warrior*. Sebastopol, CA: O'Reilly .
- Forouzan, B. (2013). *Data Communications and Networking*. New York: McGraw-Hill.
- García, S. (16 de July de 2013). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/18846/memoria.pdf>
- Gorshe, S., Raghavan, A., Starr, T., & Galli, S. (2014). *Broadband Access: Wireline and Wireless - Alternatives for Internet Services*. Chichester: Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Hiertz, G., Denteneer, D., Stibor, L., Zang, Y., Pérez, X., & Walke, B. (2016). The IEEE 802.11 Universe. *IEEE Standars in Communications and Networking*, 62-70.
- Higley, J. (2017). *Ubiquiti Enterprise Wireless Admin*. United States: Ubiquiti Networks, Inc.
- Juniper. (2013). *Campus LAN Design Guide*. Sunnyvale, CA: Juniper Networks, Inc.
- Kurose, J., & Ross, K. (2013). *Computer Networking A Top-Down Approach*. New Jersey: Pearson Education.
- Mir, N. (2015). *Computer and Communication Network*. Wesford: Prentice Hall.

- Oliviero, A., & Woodward, B. (2014). *Cabling: The Complete Guide to Copper and Fiber-Optic Networking*. Indianapolis: Wiley Publishing.
- Oppenheimer, P. (2014). *Top-Down Network Design*. Indianapolis: CISCO Press.
- PANDUIT. (2016). *Infrastructure for Education Technology*. Tinley Park: Panduit Corp.
- Singh, V., & Nath, U. (2013). Performance Analysis of Wireless LANs Using Distribute Cordinated Function . *Journal of Global Research in Computer Science* , 47-52.
- Sivasubramanian, B., Froom, R., & Frahim, E. (2013). *Implementing CISCO IP Switched Networks (SWITCH)*. Indianapolis: CISCO Press.
- Stephens, A., Rosdahl, J., Stanley, D., & McCann, S. (2016). Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. *IEEE STANDARDS ASSOCIATION*, 1-3534.
- Teare, D. (2016). *Designing for CISCO Internetwork Solutions (Desgn)*. Indianapolis: CISCO Press.
- Tiso , J., & Caswell, E. (2013). *Designing CISCO Network Service Architectures (ARCH)*. Indianapolis: CISCO Press.
- Yu , M., Rexford, J., Sun, X., Rao, S., & Feamster, N. (2014). A Survey of Virtual LAN Usage in Campus Networks. *IEEE Communications Magazine*, 98-103.

ANEXOS

Anexo 1: Características consideradas para la elección del switch de capa 3

<div> <div>Marca</div> <div>Parámetros</div> </div>	CISCO Catalyst 3850		Aruba 2930M		Ubiquiti EdgeSwitch	
	WS-C3850-48T-L	WS-C3850-24T-L	JL321A 48G	JL319A 24G	ES-24-250 W	ES-48-500W
Precio	\$ 3242.00	\$ 1836.00	\$ 4606.00	\$ 2694.00	\$ 367.09	\$ 690.64
Numero de puertos	48 x 10/100/1000 Ethernet	24 x 10/100/1000 Ethernet	48 x 10/100/1000 Ethernet	24 x 10/100/1000 Ethernet	24 x 10/100/1000 Ethernet	48 x 10/100/1000 Ethernet
Rendimiento	176 Gbps	92 Gbps	176 Gbps	128 Gbps	52 Gbps	140 Gbps
PPS	130.95 Mpps	68.4 Mpps	112 Mpps	95.2 Mpps	38.69 Mpps	104.16 Mpps
Protocolo de enrutamiento	Static, EIGRP, OSPF, BGP, PIM OSPFv3, EIGRPv6	Static, EIGRP, OSPF, BGP, PIM OSPFv3, EIGRPv6	Static IP, RIP, RIPv2, RIPng, OSPF, OSPFv3	Static IP, RIP, RIPv2, RIPng, OSPF, OSPFv3	Static IP	Static IP
Memoria	4 Gb	4Gb Mb	1 Gb	1 Gb		
VLAN	4000	4000	4094	4094	4093	4093
SVI	1000	1000				
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet / Gigabit ethernet	Ethernet / Gigabit ethernet	Ethernet / Gigabit ethernet	Ethernet / Gigabit ethernet	Ethernet / Gigabit ethernet	Ethernet / Gigabit ethernet
Seguridad	DHCP snooping IP Source Guard SSH ACL IEEE 802.1x ISE Dynamic ARP TACACS+ RADIUS IGMP filtering CISCO CMS	DHCP snooping IP Source Guard SSH ACL IEEE 802.1x ISE Dynamic ARP TACACS+ RADIUS IGMP filtering CISCO CMS	IEEE 802.1x TPM AAA MAC Pinning ACLs Source-port Filtering Control Plane Policing RADIUS/TACACS+ SSH SSL DHCP Snooping Dynamic ARP	IEEE 802.1x TPM AAA MAC Pinning ACLs Source-port Filtering Control Plane Policing RADIUS/TACACS+ SSH SSL DHCP Snooping Dynamic ARP	DHCP snooping IGMP snooping Port Mac Locking Port Mirroring TACACS+ ACL	DHCP snooping IGMP snooping Port Mac Locking Port Mirroring TACACS+ ACL
Consumo de potencia	350 W	350 W	93 W	111 W	250 W	500 W
Fuente redundante	SI	SI	SI	SI	NO	NO

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 2: Características consideradas para la elección del switch de capa 2

<div> <div>Marca</div> <div>Parámetros</div> </div>	CISCO SG 220		Ubiquiti US		Aruba 2530	
	SG220 26	SG220 50	US-24 250W	US-48 500W	J9776A	J9775A
Precio	379.00	783.00	383.72	382,84	499.00	1306.00
Número de Puertos	24 x 10/100/1000 Ethernet / 2 Gigabit SFP	48 x 10/100/1000 Ethernet / 2 Gigabit SFP	24 x 10/100/1000 Ethernet / 2 SFP	48 x 10/100/1000 Ethernet / 2 1/10 Gigabit SFP / 2 x Gigabit SFP	24 x 10/100/1000 Ethernet / 4 Gigabit Ethernet SFP	48 x 10/100/1000 Ethernet / 4 Gigabit Ethernet SFP
VLAN activas	256	256	255	255	4094	4094
PPS	38.69 Mpps	74.41 Mpps	38.69 Mpps	104.16 Mpps	41.6 Mpps	77.3 Mpps
Rendimiento	52 Gbps	100 Gbps	52 Gbps	140 Gbps	56 Gbps	104 Gbps
Consumo de energía	180 W	375 W	250 W	500 W	48.0 W	59.5 W
Seguridad	ACL Seguridad Portuaria 802.1x Radius, TACAS + Control de tormentas SSH SSSL Protección DoS	ACL Seguridad Portuaria 802.1x Radius, TACAS + Control de tormentas SSH SSSL Protección DoS	ACL 802.1x Radius Storm control	ACL 802.1x Radius Storm control	ACL Radius, TACAS + SSL Port Security MAC Address Lockout 802.1x SSHv2 DHCP snooping Dynamic IP Lockdown	ACL Radius, TACAS + SSL Port Security MAC Address Lockout 802.1x SSHv2 DHCP snooping Dynamic IP Lockdown

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 3: Características consideradas para la elección de los puntos de acceso

Marca Parámetros	CISCO AIR- AP3802I-x-K9C	Aruba IAP-215	Ubiquiti Unifi UAP- AC-PRO
Precio	1695.00	995.00	122.14
Múltiple SSID	16	16	+ de 8
Velocidad de conexión	2.4 GHz 450 Mbps 5 GHz 1.3 Gbps	2.4 GHz 450 Mbps 5 GHz 1.3 Gbps	2.4 GHz 450 Mbps 5 GHz 1.3 Gbps
Antena	Antena interna omnidireccional en azimut / antena interna direccional ancho de haz de plano de elevación 90°	Tres antenas omnidireccionales e inclinables por radio para 3x3 MIMO	Tres antenas omnidireccionales soporta 3x3 MIMO con diversidad espacial
Ganancia	2.4 GHz 5 dBi 5 GHz 6 dBi	2.4 GHz 5 dBi 5 GHz 5 dBi	2.4 GHz 3 dBi 5 GHz 3 dBi
Seguridad	WPA, WPA2, 802.11x, AES, TKIP	Protección de intrusiones inalámbricas, Servicio IP reputation, TPM, Capacidad SecureJack	WEP, WPA-PSK, WPA/WPA2, TKIP/AES
Clientes	+200	255	+250
Estándares	802.11 a/b/g/n/acW2	802.11 a/b/g/n/acW2	802.11 a/b/g/n/acW2
Banda	2.4 y 5 GHz	2.4 y 5 GHz	2.4 GHz y 5Ghz
Potencia	2.4 GHz 23 dBm 5 GHz 23 dBm	2.4 GHz 23 dBm 5 GHz 23 dBm	2.4 GHz 24 dBm 5 GHz 22 dBm

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 4: Distribución de puntos de datos de acuerdo a cada área de trabajo según lo espacios del predio.

	Área de Trabajo	Puntos de datos	Puntos doble	Puntos simples
PLANTA BAJA	Laboratorio de computación	32	15	2
	Sala de reuniones	6	2	2
	Sala reunión	2		2
	Oficina 1	4	1	2
	Oficina 2	4	1	2
	Oficina 4	6	2	2
	Recepción	2	1	
	Biométrico 1	1		1
	Oficina 5	4	1	2
	Aula 1	26	10	6
	Laboratorio 1	15	7	1

	Oficina	4	2	
	Tesorería	4	2	
	Audiovisuales	2	1	
	Biblioteca	10	5	
	Sala profesores	2	1	
	Oficina	2	1	
	Puntos de acceso	8		8
	TOTAL DE PUNTOS	134	52	30

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

	Área de Trabajo	Puntos de datos	Puntos doble	Puntos simples
PLANTA ALTA	Aula 8	2	1	
	Aula 9	1		1
	Aula 10	1		1
	Aula 11	1		1
	Aula 12	2	1	
	Aula 7	1		1
	Oficina 7	4	1	2
	Aula 6	1		1
	Aula 5	1		1
	Aula 4	1		1
	Aula 13	2	1	
	Aula 3	2	1	
	Aula 2	1		1
	Puntos de acceso	6		6
	TOTAL DE PUNTOS	26	5	16

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

	Área de Trabajo	Puntos de datos	Puntos doble	Puntos simples
TESPA	Aula 2	1		1
	Aula 1	1		1
	Oficina 1	6	3	
	Oficina 2	6	3	
	Aula 19	1		1
	Biométrico 2	1		1
	Aula 18	1		1
	Aula 17	1		1
	Aula 16	1		1
	Aula 3	1		1

	Aula 4	1		1
	Aula 15	1		1
	Aula 14	1		1
	Aula 13	1		1
	Aula 5	1		1
	Aula 6	1		1
	Aula 7	1		1
	Aula 12	1		1
	Aula 8	1		1
	Aula 11	1		1
	Aula 9	1		1
	Aula 10	1		1
	Laboratorio	17	8	1
	Oficina 5	2	1	
	Oficina 4	6	3	
	Oficina 3	10	5	
	Oficina 6	8	4	
	Puntos de Acceso	8		8
	TOTAL DE PUNTOS	83	27	29

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

	Área de Trabajo	Puntos de datos	Puntos doble	Puntos simples
AUDITO RIO	Auditorio	4	2	
	Cafetería	4	2	
	Puntos de Acceso	5		5
	TOTAL DE PUNTOS	13	4	5

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 5: Simbología utilizada en los planos de cableado estructurado correspondiente a la Planta Baja, Planta Alta, Sección TESP A y Auditorio

Leyenda	
Símbolo	Significado
	Escalerilla de 150 x 50 mm
	Canaleta con adhesivo (Pared)
	Canaleta con adhesivo (Suelo)
	Canaleta con adhesivo (Techo)
	Rack Principal 45 unidades
	Rack Secundario 13 unidades
	Rack Secundario 6 unidades
	Toma de datos doble (Pared)
	Toma de datos doble (Mesa)
	Toma de datos simple (Pared)
	Toma de datos simple (Mesa)
	Puntos de Acceso

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

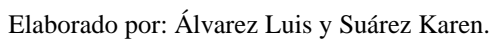


(docecentos e tres + cuatro) / 2) x 2

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Anexo 7: Distancias totales de cada aula del predio para encontrar las bobinas necesarias de cable de cobre categoría 6A.

		Área de Trabajo	Cantidad en metros	Cantidad de bobinas
PLANTA BAJA	PUNTOS DE RED	Laboratorio de computación	518	1,70
		Sala de reuniones	209	0,69
		Sala reunión	80	0,26
		Oficina 1	158	0,52
		Oficina 2	188	0,62
		Oficina 4	270	0,89
		Recepción	79	0,26
		Biométrico 1	44	0,14
		Oficina 5	202	0,66
		Aula 1	601	1,97
		Laboratorio 1	450	1,48
		Oficina	126	0,41
		Tesorería	121	0,40
		Audiovisuales	70	0,23
		Biblioteca	438	1,44
		Sala profesores	95	0,31
		Oficina	84	0,28
	AP	AP 1	31	0,10
		AP 2	16	0,05
		AP 3	25	0,08
		AP 4	56	0,18
		AP 5	37	0,12
		AP 6	41	0,13
		AP 7	31	0,10
		AP 8	39	0,13
		SUMA TOTAL	4009	13,14

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

		Área de Trabajo	Cantidad en metros	Cantidad de bobinas
PLANTA ALTA	PUNTOS DE RED	Aula 8	87	0,29
		Aula 9	28	0,09
		Aula 10	35	0,11
		Aula 11	46	0,15
		Aula 12	102	0,33
		Aula 7	50	0,16
		Oficina 7	195	0,64
		Aula 6	52	0,17

		Aula 5	48	0,16
		Aula 4	48	0,16
		Aula 13	101	0,33
		Aula 3	118	0,39
		Aula 2	58	0,19
	AP	AP 9	28	0,09
		AP 10	34	0,11
		AP 11	42	0,14
		AP 12	44	0,14
		AP 13	42	0,14
		AP 14	54	0,18
		SUMA TOTAL	1212	3,97

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

		Área de Trabajo	Cantidad en metros	Cantidad de bobinas
TESPA	PUNTOS DE RED	Aula 2	16	0,05
		Aula 1	30	0,10
		Oficina 1	235	0,77
		Oficina 2	215	0,70
		Aula 19	26	0,09
		Biométrico 2	3	0,01
		Aula 18	18	0,06
		Aula 17	18	0,06
		Aula 16	27	0,09
		Aula 3	30	0,10
		Aula 4	30	0,10
		Aula 15	27	0,09
		Aula 14	36	0,12
		Aula 13	42	0,14
		Aula 5	65	0,21
		Aula 6	54	0,18
		Aula 7	54	0,18
		Aula 12	57	0,19
		Aula 8	65	0,21
		Aula 11	62	0,20
		Aula 9	65	0,21
		Aula 10	62	0,20
		Laboratorio	1390	4,56
		Oficina 5	110	0,36
		Oficina 4	442	1,45
		Oficina 3	670	2,20
		Oficina 6	525	1,72
	AP	AP 15	27	0,09

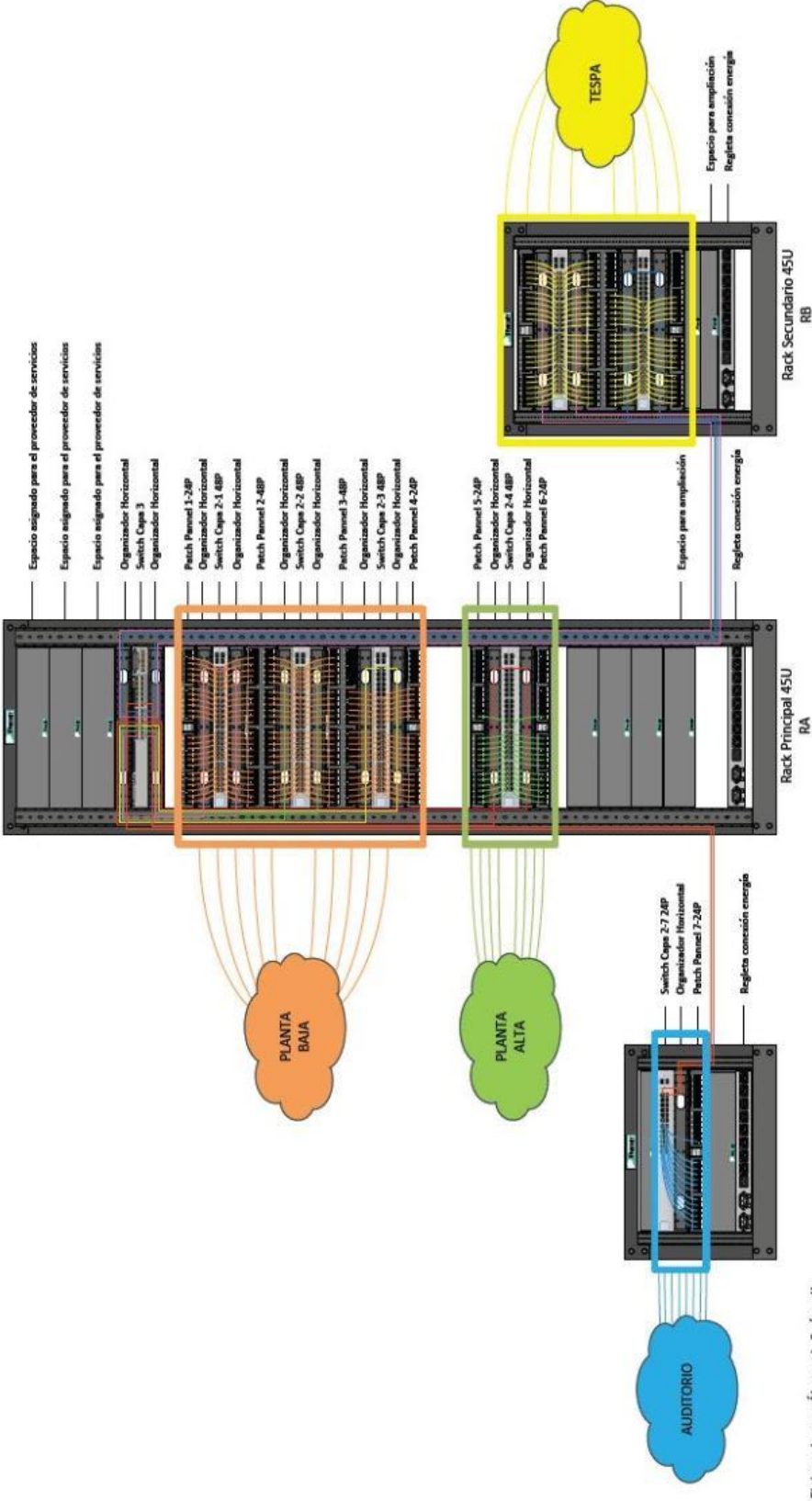
		AP 16	18	0,06
		AP 17	34	0,11
		AP 18	51	0,17
		AP 19	63	0,21
		AP 20	83	0,27
		AP 21	96	0,31
		AP 22	80	0,26
		SUMA TOTAL	4826	15,82

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

		Área de Trabajo	Cantidad en metros	Cantidad de bobinas
AUDITORIO	RED	Auditorio + Patio	153	0,50
		Cafetería + Patio	182	0,60
	AP	AP 23	50	0,16
		AP 24	65	0,21
		AP 25	83	0,27
		AP 26	89	0,29
		AP 27	93	0,30
		SUMA TOTAL	715	2,34

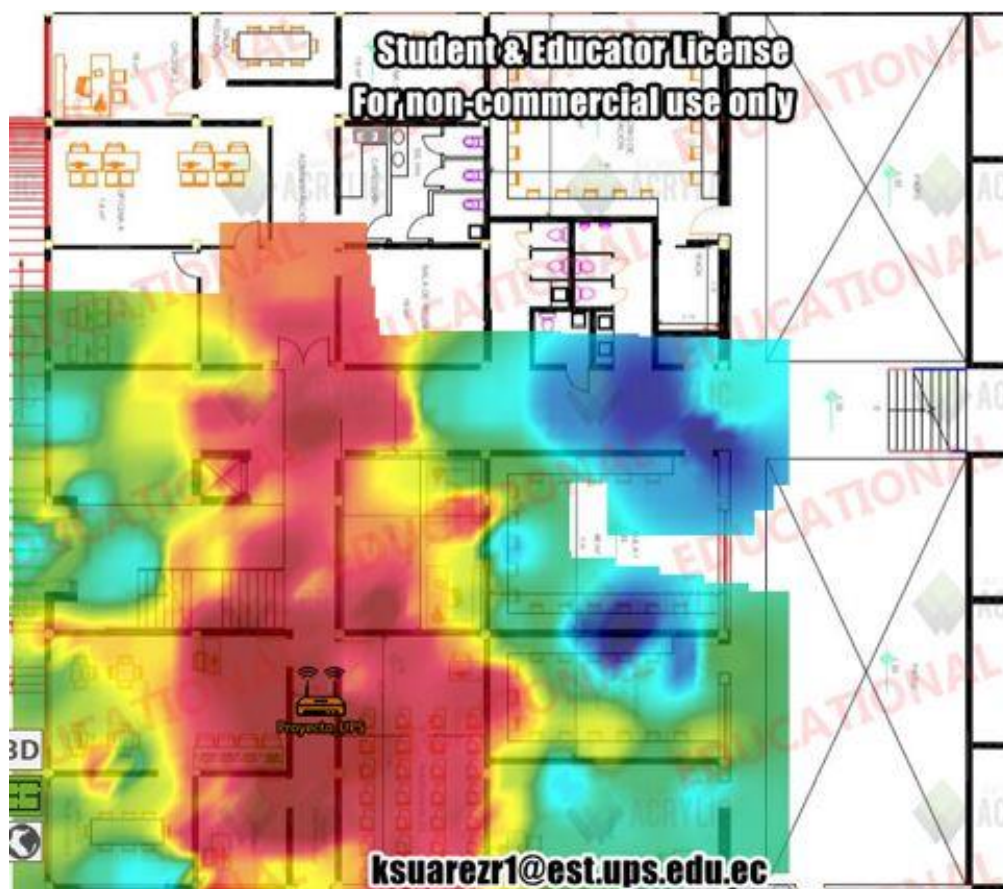
Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 8: recomendación general de conexión general entre los dos racks del predio



Elaborado por: Álvarez L. Suárez K.

Anexo 9: Medición de nivel de señal con un AP para observar la cobertura que abarca, y poder realizar la cobertura total.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 10: Las Tablas representan las velocidades adquiridas por un *speed test* de acuerdo al nivel de señal

	Nivel de señal [dBm]	Up-Link	Down-Link
CELULAR XIAOMI REDMI	-21	10,7	9,97
	-25	10,5	9,89
	-31	10,4	9,85
	-41	10,3	9,88
	-45	10,3	9,9
	-50	10,4	9,68
	-55	10,5	9,55
	-59	8	8,11
	-66	8,03	9,61
	-71	4,29	4,9
	-80	0,01	0,17

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

	Nivel de señal [dBm]	Up-Link	Down-Link
LAPTOP LENOVO	-18	9,84	9,87
	-23	9,44	9,36
	-29	9,68	9,62
	-42	9,68	9,65
	-45	9,51	9,32
	-50	9,84	9,83
	-62	8,95	9,1
	-63	7,05	8,8
	-71	3,14	2,62
	-75	1,55	0,9
	-76	0,35	1,9
	-83	0,5	0,34

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

	Nivel de señal [dBm]	Up-Link	Down-Link
TABLET HACER	-21	10,69	9,9
	-31	10,6	9,96
	-45	10,22	9,89
	-50	10,34	9,94
	-54	10,27	9,89
	-56	10,13	9,87
	-60	10,1	9,89
	-65	10,56	9,92
	-70	5,09	4,83
	-75	1,39	4,49
	-80	1,28	2,7

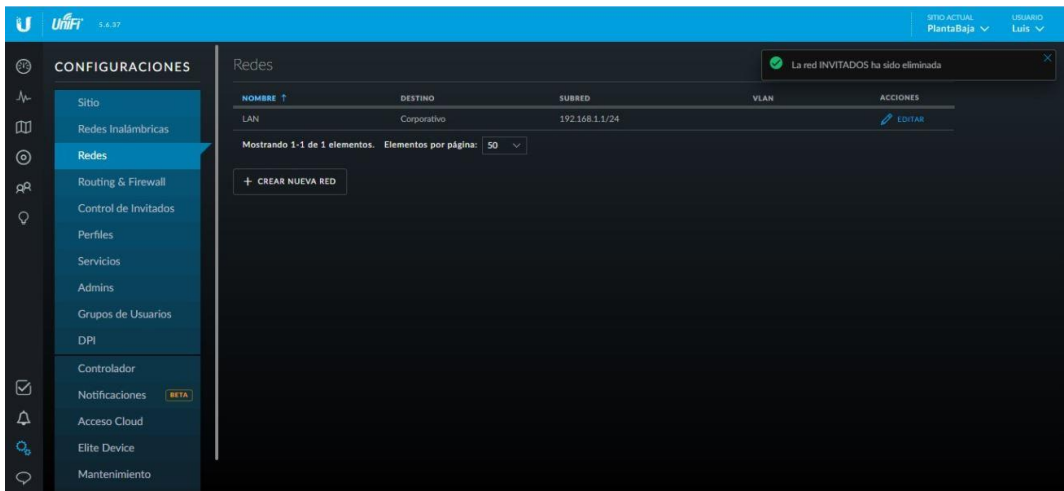
Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 11: Rotulación para crear listas de acceso IPv4 e IPv6, permitiendo el acceso a los servicios de Navegación, Navegación Segura, DNS y DHCP

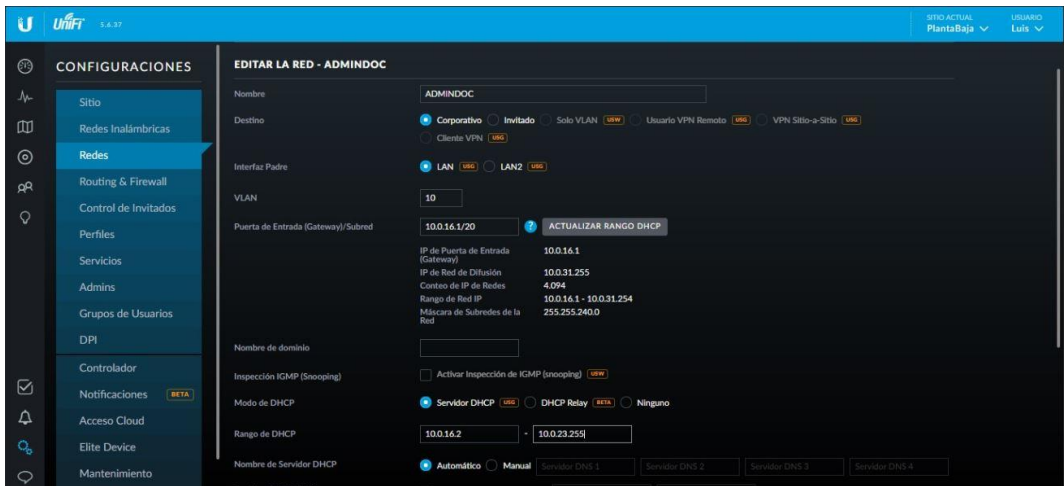
ACCIÓN	ORIGEN	DESTINO	OPERADOR	PUERTO
permit	172.16.16.0 2000:16:62:0110::0/64	any	eq	80 (HTTP)
permit	172.16.32.0 2000:16:62:0120::0/64	any	eq	443 (HTTPS)
permit	172.16.48.0 2000:16:62:0130::0/64	any	eq	68 (DHCP)
permit	172.16.64.0 2000:16:62:0140::0/64	any	eq	53 (DNS)

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

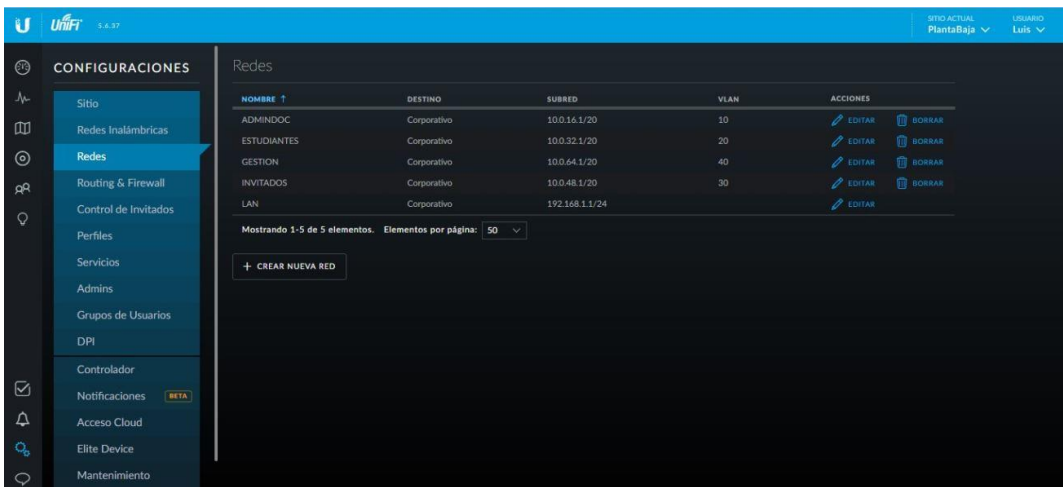
Anexo 12: Creación de VLAN



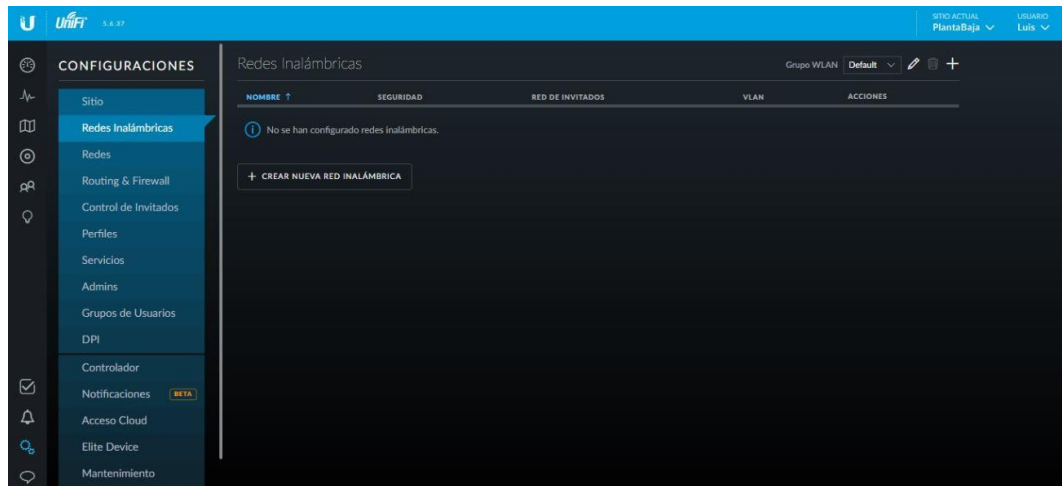
Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

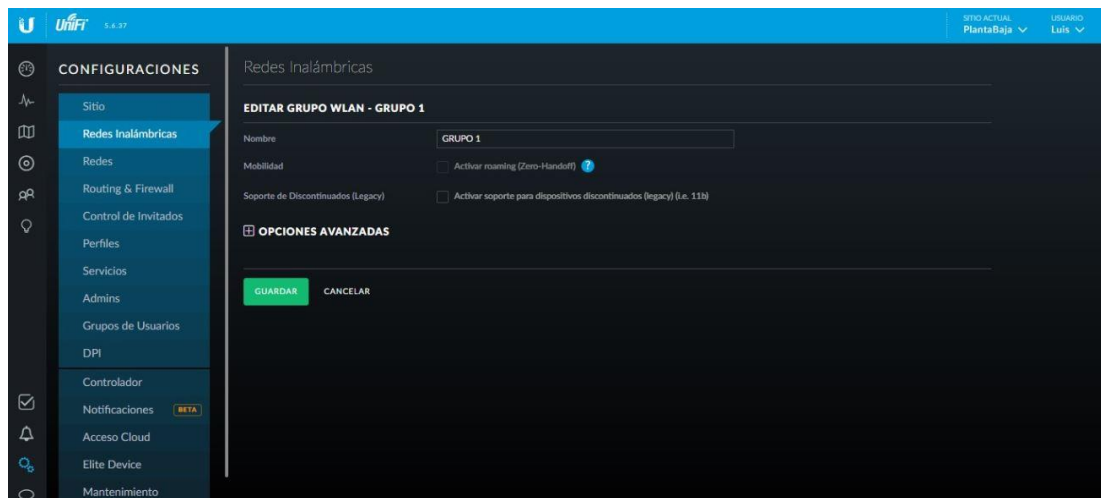


Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 13: Creación de Grupos para los puntos de Acceso, asignación de SSID en el software de Ubiquiti. En la Figura que se muestra la asignación del SSID se coloca la contraseña, tomando en cuenta que se puede llegar a implementar un servidor para autenticación de usuarios en el mismo software.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

CONFIGURACIONES

- Sitio
- Redes Inalámbricas**
- Redes
- Routing & Firewall
- Control de Invitados
- Perfiles
- Servicios
- Admins
- Grupos de Usuarios
- DPI
- Controlador
- Notificaciones **BETA**
- Acceso Cloud
- Elite Device
- Mantenimiento

CREAR NUEVA RED INALÁMBRICA

Nombre/SSID: ADMINDOC

Activado: ☒ Activar esta red inalámbrica

Seguridad: ☐ Abierto ☐ WEP ☒ WPA Personal ☐ WPA Enterprise

Clave de Seguridad: UPS2018CFC58

Política para Invitados: ☐ Aplicar políticas de invitado (portal cautivo, autenticación de invitados, acceso)

OPCIONES AVANZADAS

Filtro de Multidifusión y Transmisión: ☐ Bloquear Multidifusión & Transmisión (Multicast & Broadcast) de Data de LAN a WLAN.

VLAN: ☒ usar VLAN 10 (2-4099)

Roaming rápido: ☐ Activar roaming rápido

Ocultar SSID: ☐ No permitir que este SSID sea difundido

Modo WPA: Solo WPA2 Cifrado Solo AES/CCMP

Intervalo de cambio de llave del grupo: ☒ Activar el cambio de llave GTK cada 3600 segundos

Grupo de usuarios: Default

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

CONFIGURACIONES

- Sitio
- Redes Inalámbricas**
- Redes
- Routing & Firewall
- Control de Invitados
- Perfiles
- Servicios
- Admins
- Grupos de Usuarios
- DPI
- Controlador
- Notificaciones **BETA**
- Acceso Cloud
- Elite Device
- Mantenimiento

Redes Inalámbricas

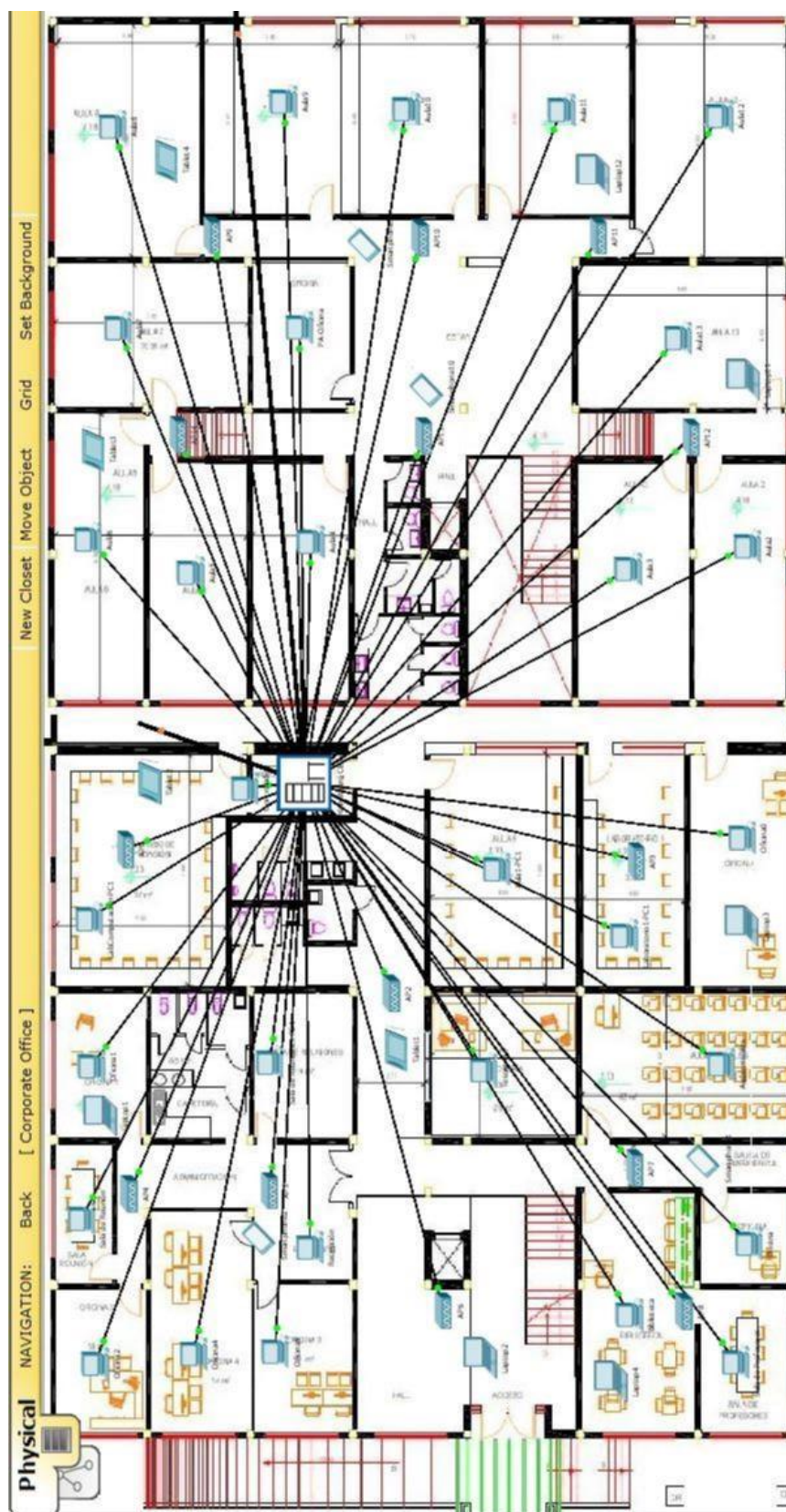
Grupo WLAN: GRUPO 1

NOMBRE ↑	SEGURIDAD	RED DE INVITADOS	VLAN	ACCIONES
ADMINDOC	wpa2tk		10	EDITAR BORRAR

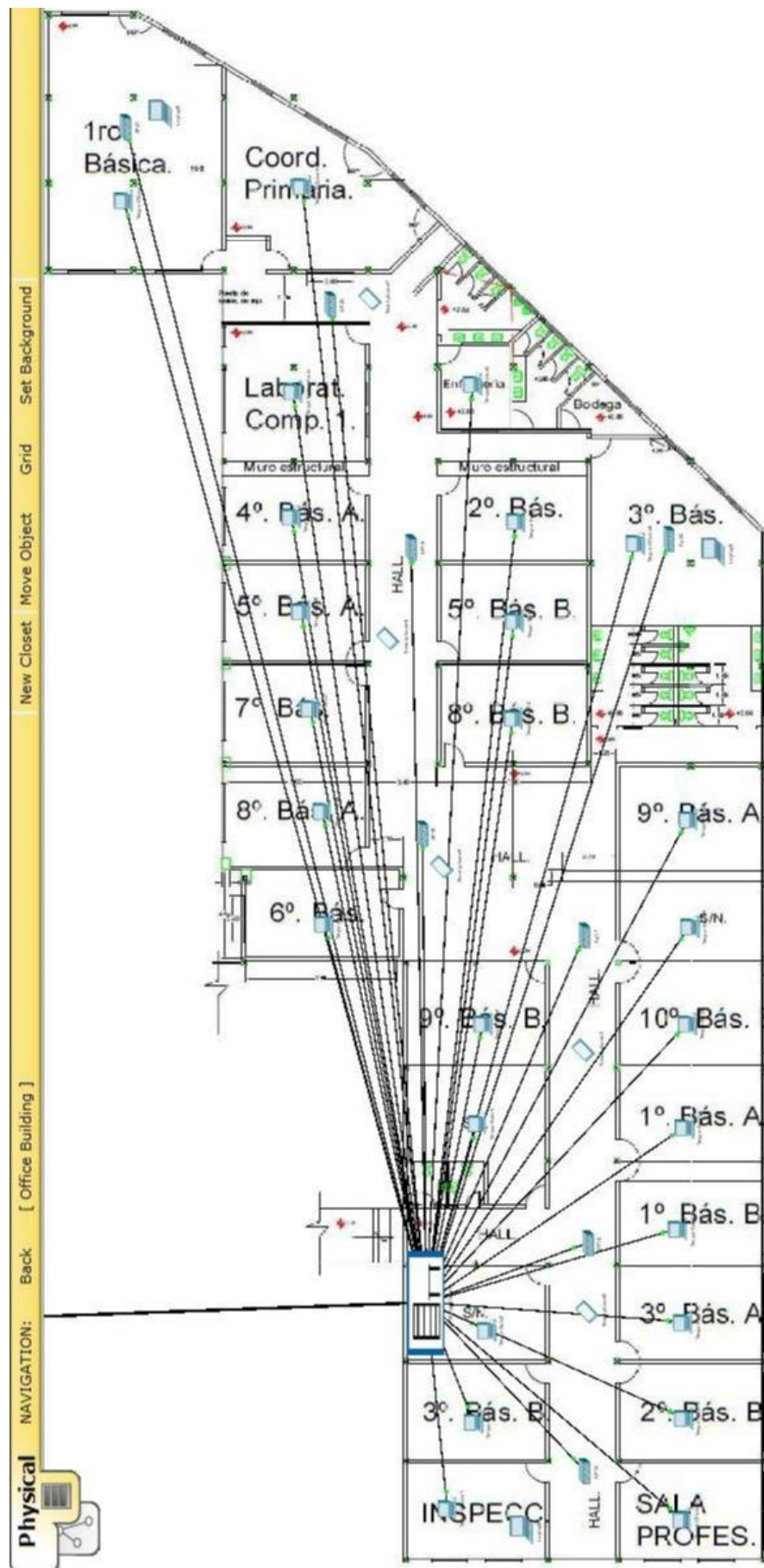
+ CREAR NUEVA RED INALÁMBRICA

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 14: Topologías simuladas en todas las áreas de Centro de Formación junto con resultado de direccionamiento y conectividad IPv4 e IPv6 en software Packet Tracer



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Logical [Root] New Cluster Set Tiled Background Viewport

Smartphone1

Physical Config Desktop Custom Interface

IP Configuration

Interface: Wireless0

IP Configuration

☒ DHCP ☐ Static

IP Address: 172.16.24.6

Subnet Mask: 255.255.240.0

Default Gateway: 172.16.64.18

DNS Server: 8.8.8.8

Time: 01:08:39 Power Cycle Devices Fast Forward Time

Connections

Scenario 0 New Delete Toggle PDU List Window

Fire Last Status Source Destination Type Color Time(sec) Periodic Num Edit Delete

Successful	Smartphone8	Tespa-Oficina2	ICMP		0.000	N	0	(edit)	(delete)
Successful	Smartphone1	Smartphone1	ICMP		0.000	N	1	(edit)	(delete)
Successful	Tespa-Oficina2	Smartphone1	ICMP		0.000	N	2	(edit)	(delete)

Automatically Choose Connection T

Smartphone1

Physical Config Desktop Custom Interface

IP Configuration

Interface: Wireless0

IP Configuration

☒ DHCP ☐ Static

IP Address: 172.16.16.41

Subnet Mask: 255.255.240.0

Default Gateway: 172.16.16.1

DNS Server: 8.8.8.8

Time: 01:08:39 Power Cycle Devices Fast Forward Time

Connections

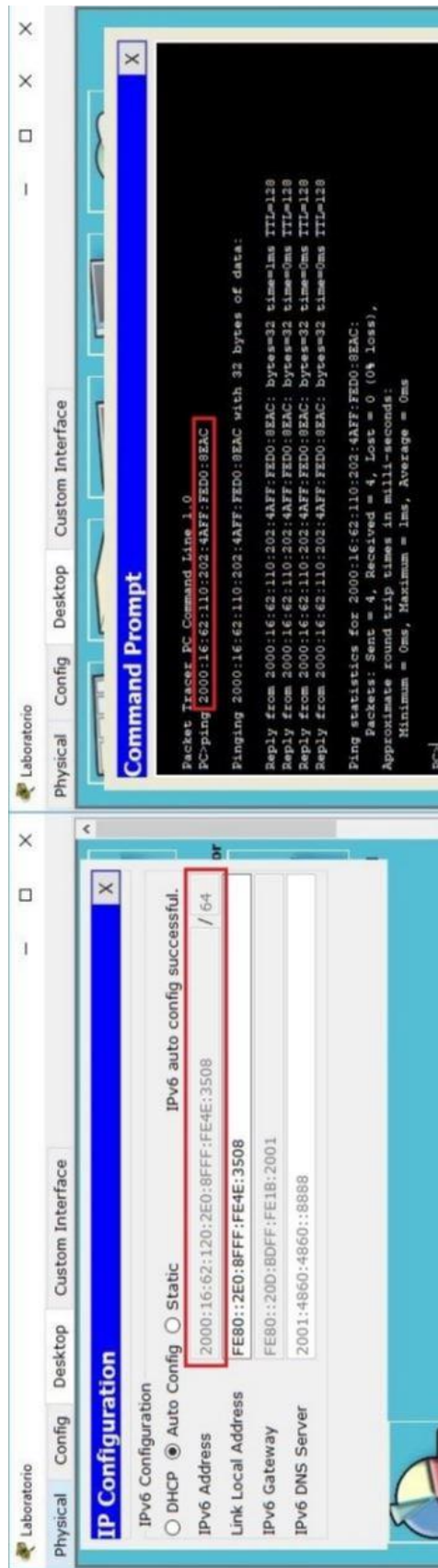
Scenario 0 New Delete Toggle PDU List Window

Fire Last Status Source Destination Type Color Time(sec) Periodic Num Edit Delete

Successful	Smartphone8	Tespa-Oficina2	ICMP		0.000	N	0	(edit)	(delete)
Successful	Smartphone1	Smartphone1	ICMP		0.000	N	1	(edit)	(delete)
Successful	Tespa-Oficina2	Smartphone1	ICMP		0.000	N	2	(edit)	(delete)

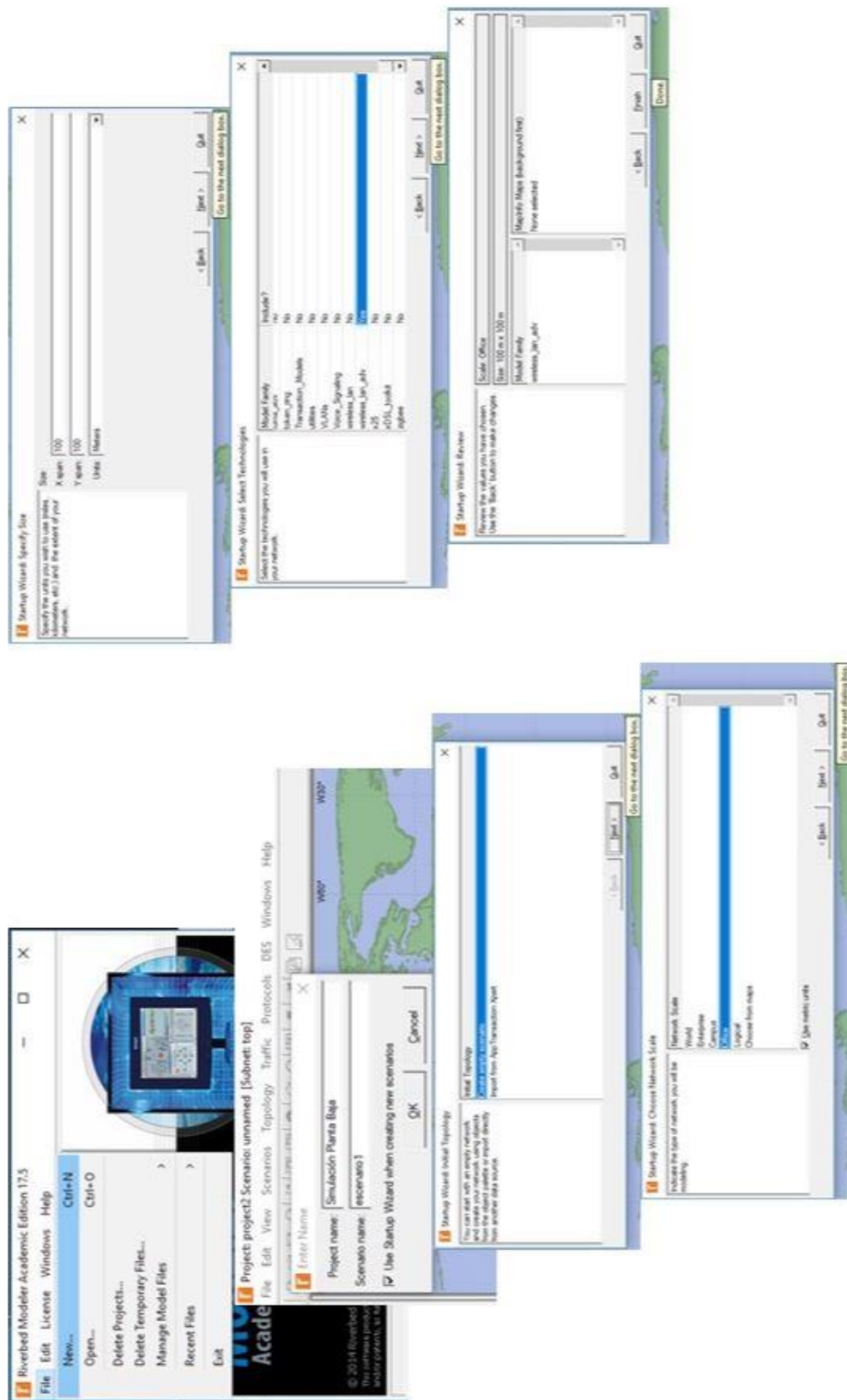
Automatically Choose Connection T

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

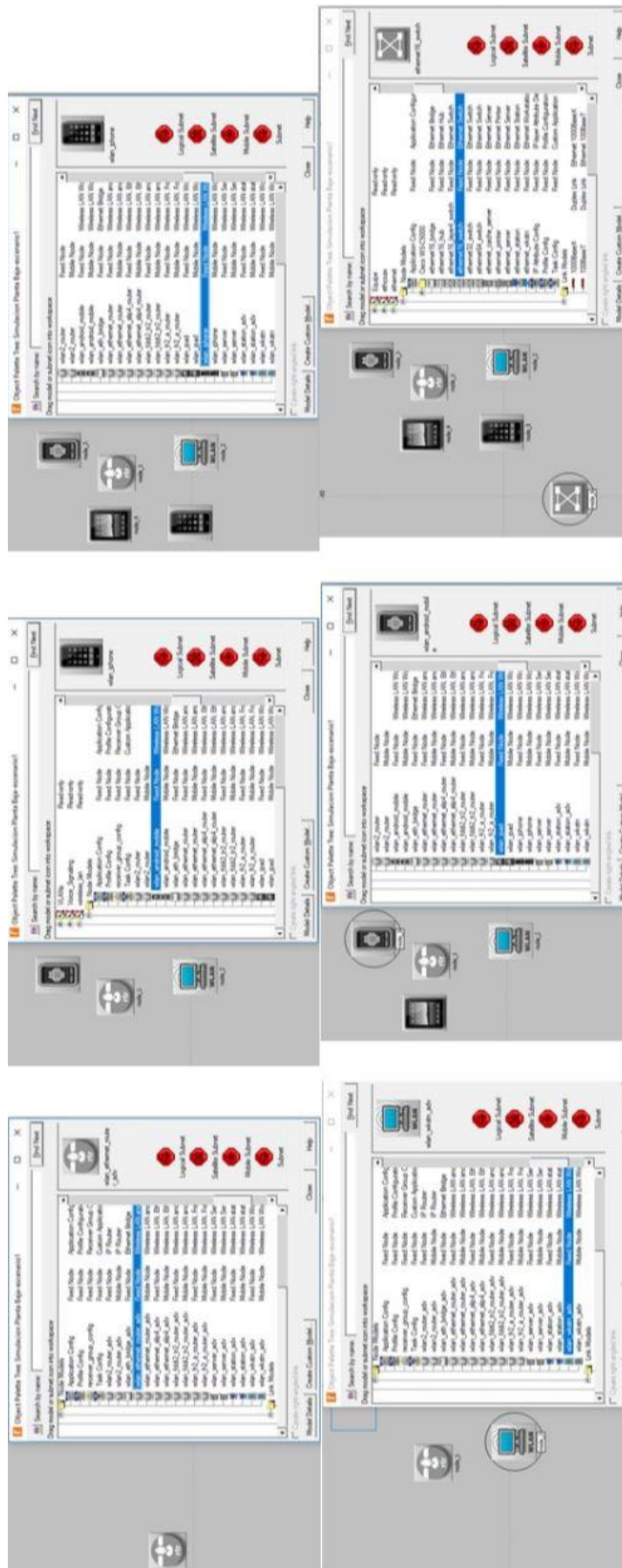


Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

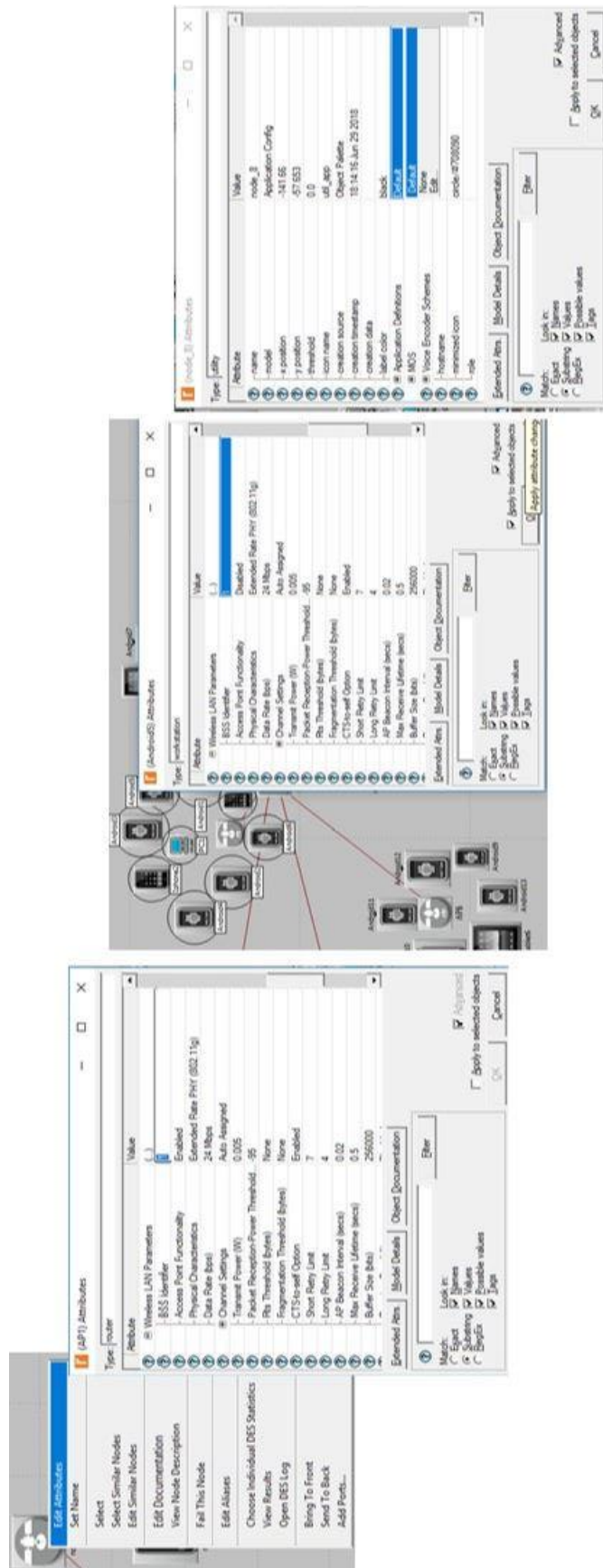
Anexo 15: Procedimiento de configuración para medir tráfico de WLAN mediante el software OPNET.



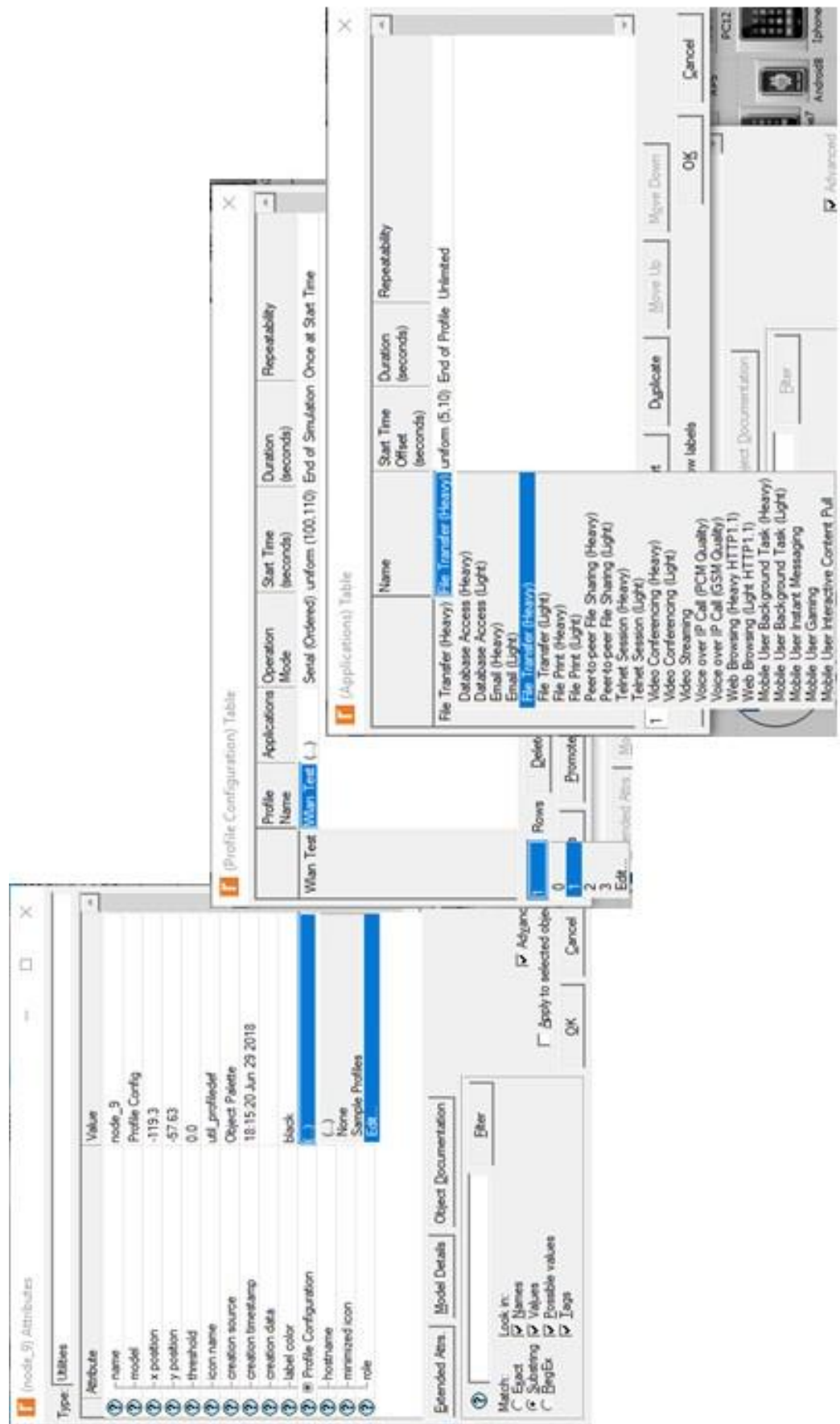
Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



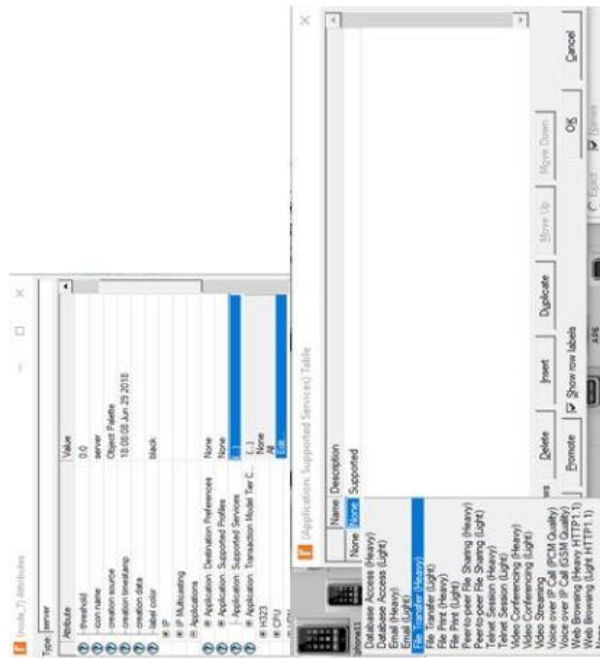
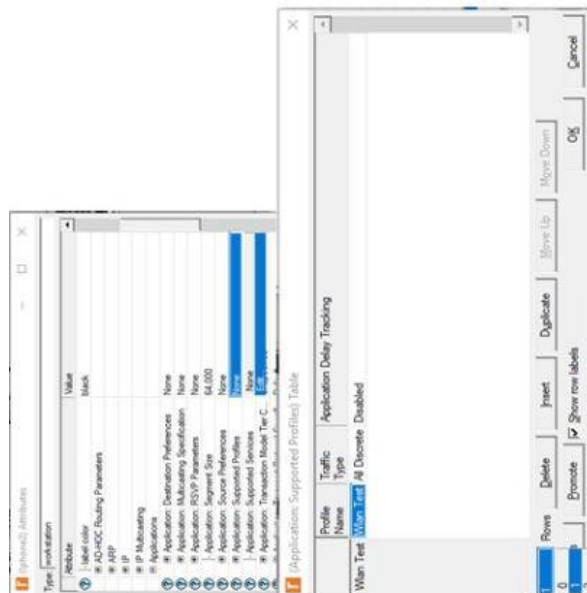
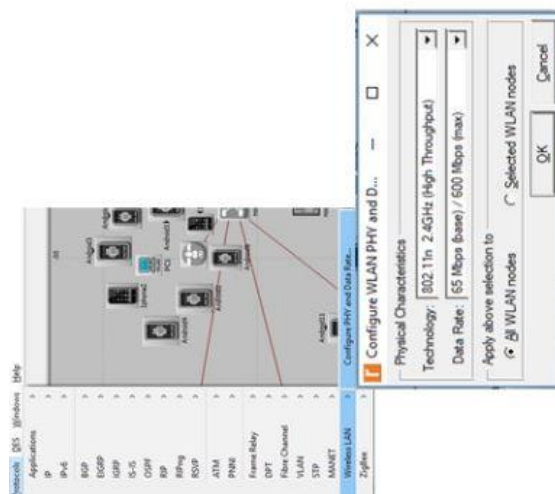
Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



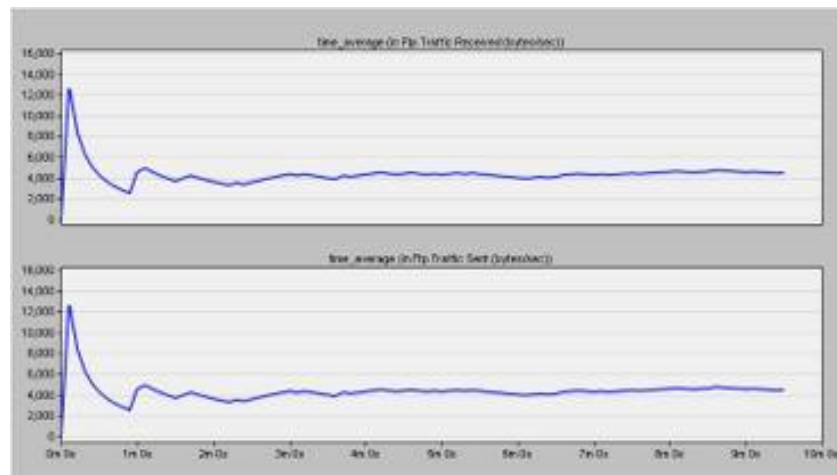
Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 16: Simulaciones de la red inalámbrica en el software Riverbed Modeler.

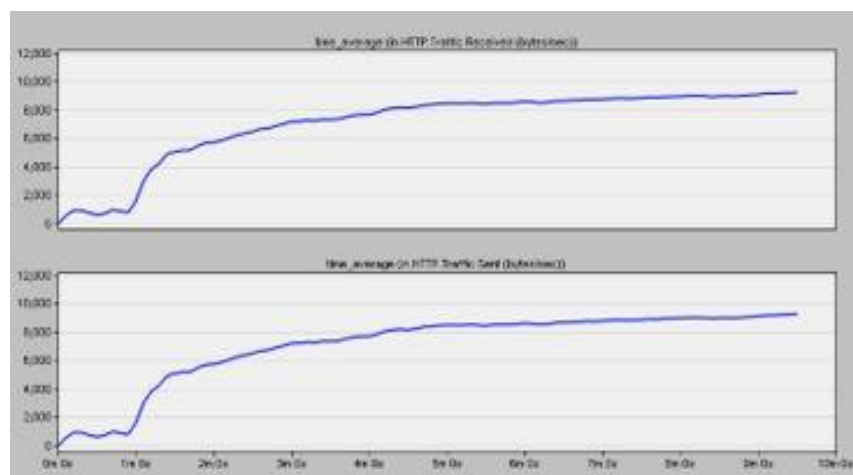
Figura del Tráfico general enviado y recibido de la red inalámbrica con FTP



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Conforme a la gráfica se observa que existe un comportamiento similar entre el tráfico enviado y recibido, llegando a un pico aproximado de 12000 bytes/s y estabilizándose en 4000 bytes/s, lo cual indica que no ocurren pérdidas en el proceso de transferencia de archivos.

Figura del Tráfico general enviado y recibido de la red inalámbrica con HTTP

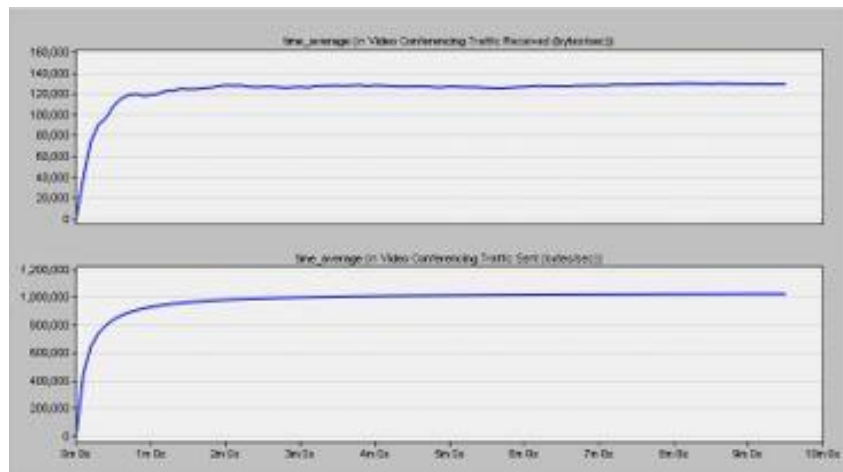


Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Del mismo modo en la gráfica, se observa que el comportamiento del tráfico enviado y recibido por navegación web es estable, teniendo un promedio de 9000 bytes/s, lo

cual indica que no ocurren pérdidas significativas en el proceso de transferencia de datos.

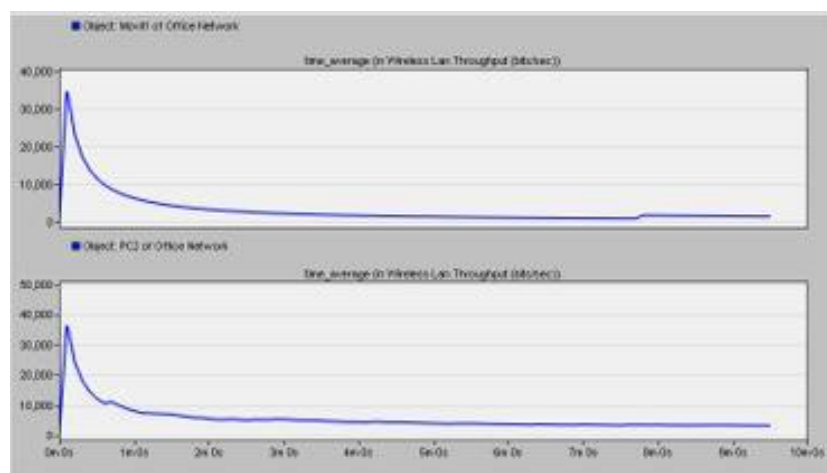
Figura del Tráfico general enviado y recibido de la red inalámbrica con Video Conferencia



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Por otro lado, la Figura indica el comportamiento del tráfico enviado y recibido de la aplicación de video conferencia, en la cual se tiene 1000000 bytes/s de tráfico enviado y 130000 bytes/s recibidos mostrando una pérdida de 1.3%, que puede deberse a las retransmisiones.

Figura de la Comparación del Throughput entre 1 PC y 1 móvil inalámbrico

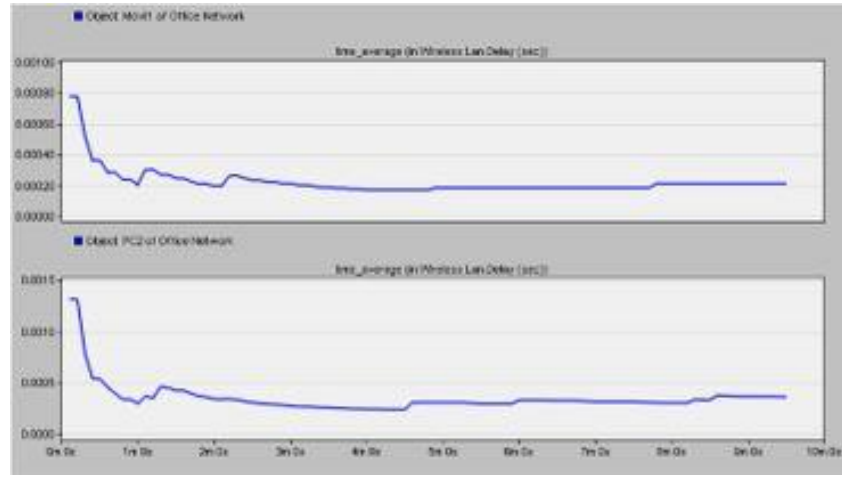


Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

La Figura muestra la gráfica obtenida de comparación dos dispositivos inalámbricos (PC y móvil), en donde se determina que no existe mayor diferencia en el valor del

Throughput estabilizándose en un promedio de 4Kbps, debido a que ambos dispositivos soportan las mismas aplicaciones.

Figura de la Comparación del Delay entre 1 PC y 1 móvil inalámbrico



Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Por otro lado, analizando los datos de retardo de la figura, se nota que el móvil tiene retardo menor (0.00020 segundos) con respecto al retardo que tiene una PC inalámbrica (0.004 segundos), esta situación es normal debido, entre otros factores, a las tarjetas de red que integra cada dispositivo.

Anexo 17: Tabla de costo final total, incluyendo cotización del proveedor.



Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección:
Teléfono:
Contacto:

Cotización Número: 1137

Forma de Pago:

Aceptamos Todas las Tarjetas de Crédito

Todos Nuestros Productos Cuentan con 1 año de Garantía contra defectos de fábrica

Cod.	Unidades	Artículo	Precio Unitario	Precio Total
21		Bobinas de Cable CAT 6A LSZH (UTP SIGMAPLUS)	249,80	5.245,80
250		Patch cord CAT 6A CPC-CXXX 7 ples LSZH (UTP SIGMAPLUS)	7,98	1.995,00
220		Jack CAT 6A (PLASTICO 6A SIGMAPLUS)	5,12	1.126,40
3		Conectores RJ45 CAT 6A Funda de 100 U (PLASTICO 6A CONNECTION))	111,18	333,54
220		RJ45 Plug Boots CAT 6A (GRIS QUEST)	0,16	35,20
43		Face Plate Dobles CAT 6A (PLASTICO BLANCO SIGMAPLUS)	1,27	54,61
123		Face Plate Simples CAT 6A (PLASTICO BLANCOS SIGMAPLUS)	1,27	156,21

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Quito, viernes, 13 de julio de 2018

ALTALA S.A.

Shyris N38-281 y Gaspar de Villamor Centro de Negocios La Galería Of.28
02 2 439 183

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección:
Teléfono
Contacto

Cotización Número: 1137

Forma de Pago:

Aceptamos Todas las Tarjetas de Crédito

Todos Nuestros Productos Cuentan con 1 año de Garantía contra defectos de fábrica

Cod.	Unidades	Artículo	Precio Unitario	Precio Total
	1	Switch capa 3 de 24 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, 2930F HPE ARUBA	2.377,05	2.377,05
	1	Switch capa 3 de 48 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, 2930F HPE ARUBA	4.156,10	4.156,10
	4	Switch de acceso capa 2 de 48 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, 2530 HPE ARUBA	2.496,65	9.986,60
	3	Switch de acceso capa 2 de 24 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, voice VLAN	1.248,00	3.744,00
	20	Acces point 802.11 n, dual band, para red inalámbrica con antenas omnidireccionales, UAP-PRO-AC	165,00	3.300,00

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Quito, viernes, 13 de julio de 2018

ALTALA S.A.

Shyris N39-281 y Gaspar de Villarroel Centro de Negocios La Galería Of.28
02 2 439 183

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección:
Teléfono:
Contacto:

Cotización Número: 1137

Forma de Pago:

Aceptamos Todas las Tarjetas de Crédito

Todos Nuestros Productos Cuentan con 1 año de Garantía contra defectos de fábrica

Cod.	Unidades	Artículo	Precio Unitario	Precio Total
	4	Patch Panel 48 Puertos, CAT 6A, 2UR	90,00	360,00
	3	Patch Panel 24 Puertos, CAT 6A, 1UR MODULAR VACIO (SIGMAPLUS)	37,70	113,10
	1	Rack de piso, 45 UR, color negro, puerta de vidrio templado, con ventilación, BEAUCOUP	1.316,50	1.316,50
	1	Rack de pared de 12 UR, color negro, puerta/VIDRIO 600X540X500 mm COMPACTO BEAUCOUP	198,46	198,46
	1	Rack de pared de 6 UR, color negro, puerta /VIDRIO 370X500X450mm COMPACTO BEAUCOUP	123,50	123,50
	2	Organizadores Verticales 42/47 UR	44,66	89,32
	10	Organizadores Horizontales 1UR (40X75 BEAULINE 1 UR)	7,80	78,00

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.



Quito, viernes, 13 de Julio de 2018

ALTALA S.A.

Shyris N39-281 y Gaspar de Villamor Centro de Negocios La Galería Of.28
02 2 439 163

Ciente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección:
Teléfono:
Contacto:

Cotización Número: 1137

Forma de Pago:

Aceptamos Todas las Tarjetas de Crédito

Todos Nuestros Productos Cuentan con 1 año de Garantía contra defectos de fábrica

Cod.	Unidades	Artículo	Precio Unitario	Precio Total
	5	Organizadores Horizontales 2UR 80X80 2 UR CONNECTION)	16,24	81,20
	10	Paneles Ciegos para montaje en Rack 1 UR color negro	4,85	48,50
	2	Multitoma Vertical de 16 conexiones	54,41	108,82
	2	Paquete de amarras negras 820 mm de largo	48,53	97,06
	80	Canaleta con adhesivo 2m de largo de 20x12	2,70	216,00
	40	Derivaciones en T para canaleta adhesiva	0,48	19,20
	50	Angulo para canaleta adhesiva	0,48	24,00
	5	Cinta doble faz (25 mm X 5 MTR)	6,63	33,15

Base IVA:	% IVA	IVA:	Total:	39.667,40
35.417,32	12	4.250,08		

Ing. Andrés Amores
Business Development
Tel: (02) 2 442082 Ext.1014
Cel: 0983871019
Email: telecom4@altala.net

*precios y stock pueden variar sin previo aviso

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Haz clic [aquí](#) para habilitar las notificaciones de escritorio de Gmail. [Más información](#) [Ocultar](#)


2 de 445

Más

ESCALERILLA TIPO REJILLA;
MATERIALES: malla electrosoldada de 5,5mm.
varilla redonda roscada sin fin de 1/2
expansores para techo 1/2 x1 1/2
chanel para sujetar escalera con varilla de anclaje a techo
Nota: todo el material es galvanizado con electrolisis, en este precio va incluido cruces esquinas y T.
NO SE INCLUYE EN LA COTIZACIÓN, EL PRECIO POR METRO ES DE 35+IVA, QUE CONTIENE TODO EL MATERIAL DETALLADO ANTERIORMENTE.

Cualquier duda estoy a las órdenes. Si necesitan tal vez los switches en otra marca me hacen saber sin compromiso, los equipo HPE son un poco más económicos pero son buenos.

ALITALA
TELECOMUNICACIONES



Ing. Andrés Amores

Business Development
Email: telecom2@altala.net
Skype: [telecom2@altala.net](https://www.skype.com/partners/telecom2@altala.net)
Telf. # 2442082 Ext. 1014 Cel: 0983871019

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

27-Apr-18

14:14:41

MENTEL
 RAMEZ AVALOS CIA.LTDA.

RUC: 1792009863001
 DIRECCION : Luis Cordero E4-207 y Fach Esq.
 TELEFONO : (02)6036 124 102 6025 412
 www.mentel.com.ec

COTIZACION NRO: 20743

FECHA : 27-Apr-18
 CLIENTE : UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
 ATENCION : ING KAREN SUAREZ
 DIRECCION: AV 12 DE OCTUBRE 124-22 Y WOLSEN
 VALIDEZ : 8 dias
 ESTADO :

RUC : 0190151530001

TELEFONO :3963800

FORMA DE PAGO :30 días

ITEM	CANTIDAD	MARCA	COD. PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL DOLARES
1	21 UNO	LS	4623 BOR. UTP CAT 6A AZUL LSZH	261.6000	5,493.22
2	250 UNO	LS	4250 PATCH CORD 7FT CAT 6A GRES LSZH	9.6000	2,402.50
3	220 UNO	LS	4236 JACK CAT 6A AZUL	5.7900	1,262.80
4	2 FUNDA	CONNECTION	5501 FUNDA CONECTOR RJ45 CAT6A 5000MB	77.0500	154.10
5	43 UNO	LS	4229 FACE PLATE 2P CON ID BLANCO	1.4000	60.63
6	123 UNO	LS	4228 FACE PLATE 1P CON ID BLANCO	1.2700	156.21
7	1 UNO	TP-LINK	5073 SWITCH 24P GIGA POE+80FP ADMIN L2	345.0000	345.00
			INCLUDE : Este switch cuenta con 24 puertos POE y 4 puertos para modulos de F.O, ademas permite vincular IP-MAC-Puerto para una mayor seguridad, tiene 3 disipadores de calor, con una capacidad de consultacion de 480bps es administrable y soporta hasta 4K Vlan.		
8	1 UNO	TP-LINK	5222 SWITCH 48P GIGA POE+80FP	704.0400	704.04
9	6 UNO	LS	4255 PATCH PANEL 24P MODULAR	24.8200	148.92
10	1 UNO	CONNECTION	3535 GAB. 42UR 800X800X2055 VA	707.8500	707.85
			INCLUDE : 4 VENTILADORES 110 VOLTIOS. 1 BANDEJA FILA DE SUJECCION 4 PARANTES 469MMX500MM. 1 BANDEJA CONECTIZA SUJECCION 4 PARANTES. 4 PARANTES AJUSTABLES. 2 ORGANIZADORES VERTICALES METALICOS 80X80 MM. TUERCAS Y TORNILLOS PARA MONTAJE DE ACCESORIOS. GARRUCHAS Y BASES NIVELADORAS. PUERTA FRONTAL DE CRISTAL TEMPLADO CON CERRADURA 180 GRADOS DE APERTURA. PUERTAS LATERALES DESMONTABLES CON CERRADURA. PUERTA POSTERIOR DE ACERO LAMINADO 180 GRADOS DE APERTURA. UNIDADES EN RACK MARCADAS. PINTURA ELECTROSTATICA. RIELES DE MONTAJE Y ORIFICIOS REFORZADOS EN FORMA CUADRADA. ACCESO DE CABLES POR LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR.		
11	10 UNO	CONNECTION	2424 ORGANIZADOR SIMP. 40X75 19"1UR	9.4900	94.90
12	5 UNO	CONNECTION	2425 ORGANIZADOR SIMP. 80X80 19"2UR	11.8900	59.45
13	10 UNO	CONNECTION	3541 TAPA DE RESERVA 1UR	3.0100	30.10
14	2 UNO	CONNECTION	3903 MULTITONIA VERT 16TONAS SIMPLE	34.1900	68.38
15	2 POT	CONNECTION	4971 ARMARIO 55 CM NEGRO	20.1000	40.20
16	40 UNO	DEXSON	1535 CARILETA 20X12 ADHESIVO BLANCA	1.9500	78.00
17	50 UNO	DEXSON	1638 ANILLO PLANO 20X12 BLANCO	0.3400	17.00
18	5 UNO	DEXSON	11 CANTA DOBLE FAZ 25MMX30MM	4.7600	23.80
Son TRECE MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 35/100 dólares					Subtotal : 11,852.10
					Descuentos : 0.00
					Tva : 1,422.25

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Proyecto diseño de la red de campus para el Centro de Formación Continua San Bartolo

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. Unitario	Total
1	Bobinas de Cable CAT 6A LSZH	28	249,8	6994,4
2	Patch cord CAT 6A CPC-CXXX 7 pies LSZH (UTP SIGMAPLUS)	240	7,98	1915,2
3	Conectores RJ45 CAT 6A Funda de 100 U (Plástico 6A CONNECTION)	2	111,18	222,36
5	Face Plate Dobles CAT 6A (Plásticos blancos SIGMAPLUS)	88	1,27	111,76
6	Face Plate Simples CAT 6A (Plásticos blancos SIGMAPLUS)	80	1,27	101,6
7	Switch capa 3 de 24 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, voice VLAN, PoE, Montaje en Rack 1UR	1	1836	1836
9	Switch de acceso capa 2 de 48 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, voice VLAN, PoE, Montaje en Rack 1UR	6	382,84	2297,04
10	Switch de acceso capa 2 de 24 Puertos administrable, 10/100/1000 Mbps. Soporte 802.1 Q, voice VLAN, PoE, Montaje en Rack 1UR.	1	382,72	382,72
11	Acces point 802.11 n, dual band, para red inalámbrica con antenas omnidireccionales, ganancia de 5 dbi, potencia 22 dbm	27	165	4455
12	Patch Panel 48 Puertos, CAT 6A, 2UR	6	90	540
13	Patch Panel 24 Puertos, CAT 6A, 1UR	1	37,7	37,7
14	Rack de piso, 45 UR, color negro, puerta de vidrio templado, con ventilación, bandeja corrediza, dos organizadores verticales, 1 bandeja fija de sujecion	1	1316,5	1316,5
15	Rack de pared de 13 UR, color negro, puerta/Vidrio 600x540x500 mm compacto	1	198,46	198,46
16	Rack de pared de 6 UR, color negro, puerta/Vidrio 370x600x450mm	1	123,5	123,5
17	Organizadores Verticales 42/47 UR	2	44,66	89,32
19	Organizadores Horizontales 1UR	15	7,8	117
21	Paneles Ciegos para montaje en Rack 1 UR color negro	11	4,85	53,35
22	Multitoma Vertical de 16 conexiones	3	16,24	48,72
23	Paquete de amarros negros 820 mm de largo	1	48,53	48,53
24	Escalerilla de 150 mm de ancho, 50 mm de altura (metros)	267	35	9345
29	Canaleta con adhesivo 2m de largo de 20x12	37	2,7	99,9
30	Derivaciones en T para canaleta adhesiva	15	0,48	7,2

31	Angulo para canaleta adhesiva	15	0,48	7,2
32	Cinta doble faz	3	6,63	19,89
	Precio sin IVA			30366,35
	IVA 12%			3644,202
	Precio con IVA 12%			34012,552

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Anexo 18: Tabla con los parámetros analizados para el ingreso y egreso del Centro de Formación Continua

Ahorros - Beneficios	Cantidad	Valor por cantidad	Valor anual
Readecuación	2 veces	\$975	\$1950
Manuales por persona	203 estudiantes	\$2 (4 manuales de \$0.5)	\$406
Rendimiento trabajadores	48 trabajadores	\$754	\$36192
Inserción Mercado Laboral	30 jóvenes	\$39	\$1170
Total ingresos			\$39718

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.

Egresos	Valor anual
Internet (100Mbps)	\$1476
Gastos de Operación	\$8500
Total egresos	\$9976

Elaborado por: Álvarez Luis y Suárez Karen.